SEGURANÇA ALIMENTAR E ASSISTÊNCIA ALIMENTAR:

Teoria, prática e pesquisa

CARLA CRISTINA BAUERMANN BRASIL
(Organizadora)

Ano 2021

SEGURANÇA ALIMENTAR
E ASSISTÊNCIA ALIMENTAR:

Teoria, prática e pesquisa

CARLA CRISTINA BAUERMANN BRASIL
(Organizadora)

Ano 2021

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Maria Alice Pinheiro
Natália Sandrini de Azevedo
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Ano 2021

Ciências Biológicas e da Saúde

Segurança alimentar e assistência alimentar: teoria, prática e pesquisa

Diagramação:	Daphynny Pamplona
Correção:	Maiara Ferreira
Indexação:	Gabriel Motomu Teshima
Revisão:	Os autores
Organizadora:	Carla Cristina Bauermann Brasil

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S456 Segurança alimentar e assistência alimentar: teoria, prática e pesquisa / Organizadora Carla Cristina Bauermann Brasil. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-583-6
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.836211410

1. Segurança alimentar. 2. Assistência alimentar. I. Brasil, Carla Cristina Bauermann (Organizadora). II. Título.
CDD 363.8

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Ano 2021

Ciências Biológicas e da Saúde

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

Ano 2021

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Ano 2021

APRESENTAÇÃO

A presente obra ‘’Segurança alimentar e assistência alimentar: Teoria, prática e pesquisa’’ publicada no formato *e-book*, explana o olhar multidisciplinar da Alimentação e Nutrição. O principal objetivo desse *e-book* foi apresentar de forma categorizada e clara estudos, relatos de caso e revisões desenvolvidas em diversas instituições de ensino e pesquisa do país, os quais transitam nos diversos caminhos da Nutrição e Saúde. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado aos padrões alimentares; avaliações sensoriais de alimentos, analises físico químicas e microbiológicas, caracterização de alimentos; desenvolvimento de novos produtos alimentícios, controle de qualidade dos alimentos, segurança alimentar e áreas correlatas.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos neste volume com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área da Alimentação, Nutrição, Saúde e seus aspectos. A Nutrição é uma ciência relativamente nova, mas a dimensão de sua importância se traduz na amplitude de áreas com as quais dialoga. Portanto, possuir um material cientifico que demonstre com dados substanciais de regiões específicas do país é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade. Deste modo a obra ‘’Segurança alimentar e assistência alimentar: Teoria, prática e pesquisa’’ se constitui em uma interessante ferramenta para que o leitor, seja ele um profissional, acadêmico ou apenas um interessado pelo campo das ciências da nutrição, tenha acesso a um panorama do que tem sido construído na área em nosso país.

Uma ótima leitura a todos(as)!

Carla Cristina Bauermann Brasil

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

EFEITO DA OBESIDADE SOBRE AS ENZIMAS ANTIOXIDANTES

Data de aceite: 01/10/2021
Data de submissão: 19/08/2021.

Lidiane Pinto de Mendonça
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza - Ceará
https://orcid.org/0000-0001-5597-2446

Renata Cristina Borges da Silva Macedo
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Nortes
https://orcid.org/0000-0003-4012-0659

Flávio Estefferson de Oliveira Santana
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-4675-2713

Alberto Assis Magalhães
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-5641-3790

André Gustavo de Medeiros Mato
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-0969-0859

Rosueti Diógenes de Oliveira Filho
Faculdade Nova Esperança de Mossoró
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0003-4944-2080

Olicélia Magna Tunico de Oliveira
Faculdade Nova Esperança de Mossoró
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0001/96525116

Geovane Damasceno Nobre
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza – Ceará
https://orcid.org/0000-0001-5459-5140

Maria das Graças do Carmo
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-8344-2423

Bruno Sueliton dos Santos
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-5846-5703

Francisco Sérvulo de Oliveira Carvalho
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-3844-0461

RESUMO: Evidencia-se que a obesidade resulta em inflamação e diversas desordens, entre elas, as desordens bioquímicas, relacionadas à alteração da atividade das enzimas antioxidantes. Objetivou-se analisar o efeito da obesidade nas enzimas antioxidantes através de uma revisão integrativa. As amostras foram encontradas a partir de pesquisas nas bases de dados *PubMed, Google acadêmico* e *Science Direct.* Foram encontrados 250 artigos que após análise selecionou-se 6 para compor a revisão. Verificou-se através da análise a atividade diminuída da catalase, glutationa peroxidase e superóxido dismutase. No entanto, através desses dados percebe-se que a relação da atividade enzimática

com o processo inflamatório na obesidade ainda é bastante escassa, necessitando assim de novos estudos.
PALAVRAS-CHAVE: Atividade enzimática. Estresse oxidativo. Ganho de peso.

EFFECT OF OBESITY ON ANTIOXIDANT ENZYMES

ABSTRACT: It is evident that obesity results in damage such as inflammation and several disorders, including biochemical disorders, related to alteration of the activity of antioxidant enzymes. Objective was to analyze the effect of obesity on antioxidant enzymes through an integrative review. The samples were found from searches in the PubMed, Google Scholar and Science Direct databases. 250 articles were found that, after analysis, 6 were selected to compose the review. The decreased activity of catalase, glutathione peroxidase and superoxide dismutase were verified through analysis. However, through these data it is clear that the relationship between enzyme activity and the inflammatory process in obesity is still very scarce, thus requiring further studies.
KEYWORDS: Enzymatic activity. Oxidative stress. Weight gain.

EFECTO DE LA OBESIDAD SOBRE LAS ENZIMAS ANTIOXIDANTES

RESUMEN: Es evidente que la obesidad produce inflamación y varios trastornos, incluidos trastornos bioquímicos, relacionados con cambios en la actividad de las enzimas antioxidantes. El objetivo fue analizar el efecto de la obesidad sobre las enzimas antioxidantes mediante una revisión integradora. Se encontraron muestras de búsquedas en las bases de datos PubMed, Academic Google y Science Direct. Se encontraron 250 artículos, luego del análisis, se seleccionaron 6 para componer la revisión. Se verificó mediante el análisis la disminución de actividad de catalasa, glutatión peroxidasa y superóxido dismutasa. Sin embargo, a través de estos datos, queda claro que la relación entre la actividad enzimática y el proceso inflamatorio en la obesidad es aún muy escasa, por lo que se requieren más estudios.
PALABRAS CLAVE: Actividad enzimática. Estrés oxidativo. Aumento de peso.

1 | INTRODUÇÃO

A inadequação no planejamento alimentar e a inatividade física podem favorecer o acometimento de inúmeras patologias, entre elas, a obesidade. Porém, sabe-se hoje que a obesidade é caracterizada por ser uma patologia multifatorial, sendo marcada pelo acúmulo em excesso de gordura no tecido adiposo e em outros órgãos, como também, pelo aparecimento de comorbidades que elevam as chances de agravamento do quadro (VINCENT, 1999).

Segundo a Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica (ABESO), a obesidade é um grave problema de saúde pública, podendo acometer cerca de 700 milhões de indivíduos até 2025. No Brasil, a obesidade passou de 11,6% em 2016 para 19,8% em 2018 (ABESO, 2020), sendo essa condição passível de estudo científico mais detalhado para possíveis intervenções dos futuros profissionais da saúde na prática clínica.

Evidencia-se que a obesidade resulta em danos ao metabolismo, como a inflamação e diversas desordens, entre elas, as desordens bioquímicas, relacionadas a alteração da atividade das enzimas antioxidantes. Com o processo de obesidade o consumo de oxigênio é aumentado devido a necessidade metabólica do miocárdio, e consequentemente a quantidade das espécies reativas de oxigênio é elevada, levando a uma inflamação crônica e inadequação das defesas antioxidantes, resultando assim, nas lesões/estresse oxidativas (VINCENT; INNES; VINCENT, 2007).

Segundo França e colaboradores (2013), o estresse oxidativo visto na obesidade, pode alterar a atividade de defesa antioxidante do organismo, principalmente das principais enzimas desse sistema, a superóxido dismutase, glutationa peroxidase e a catalase.

O estresse oxidativo acometido em indivíduos obesos é caracterizado pela produção elevada das espécies reativas de oxigênio (EROS) devido a inflamação, associadas ao decréscimo da defesa das enzimas antioxidantes na neutralização das EROs em excesso (VINCENT; INNES; VINCENT, 2007). Como mostrado no estudo de Ozata e colaboradores (2002), que ao avaliar pacientes obesos verificaram a atividade reduzida das enzimas antioxidantes superóxido dismutase e glutationa peroxidase.

Levando em consideração o decréscimo na atividade de enzimas antioxidantes em indivíduos acometidos pela obesidade e o favorecimento do estresse oxidativo, provocando danos no metabolismo lipídico, proteico, membranas celulares e disfunção mitocondrial (OZATA *et al*., 2002), assim como, a escassez de estudo voltados a essa temática, incentiva pesquisas que reúnam o real papel dessas enzimas como marcadores bioquímicos do estresse oxidativo.

A compreensão do papel antioxidante do sistema enzimático mencionado, proporciona um alicerce bioquímico para prática clínica direcionada aos serviços de saúde e comunidade, pois, através disso, proporciona habilidades para realização de interpretação de exames laboratoriais e planejamento alimentar voltado para uma dieta adequada em micronutrientes como auxílio na produção de enzimas antioxidantes no organismo, em associação com o exercício físico.

Levando em consideração a importância da temática abordada, objetivou-se analisar através de uma revisão integrativa qual efeito da obesidade sobre as enzimas antioxiodantes. Diante disso questiona-se: qual efeito da obesidade sobre as enzimas antioxidantes?

MÉTODOS

A presente pesquisa trata-se de uma revisão integrativa com abordagem qualitativa, sendo definida por Mendes, Silveira e Galvão (2008), como um método de pesquisa vasto por possibilitar a investigação de trabalho com caráter empírico e teórico através de uma análise de pesquisas proeminentes que podem melhorar a prática clínica de profissionais, e mostrar possíveis lacunas que podem ser preenchidos com novos estudos.

As amostras foram encontradas a partir de pesquisas nas bases de dados *PubMed, Google acadêmico* e *Science Direct.* Os artigos científicos foram captados segundo os descritores: enzimas antioxidantes/antioxidant enzymes; superóxido dismutase/superoxide dismutase, glutationa peroxidase/glutathione peroxidase; catalase/catalase; obesidade/obesity, e estresse oxidativo/oxidative stress. No rastreamento das publicações foram utilizados o operador booleano "AND". A busca nas bases de dados se deu durante o mês de janeiro a fevereiro de 2021.

Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: estudos experimentais, pré-experimentais e quase experimentais que realizaram investigação científica; estudos que realizaram análise das enzimas antioxidantes superóxido dismutase, glutationa peroxidase e catalase como marcadores no estresse oxidativo em indivíduos obesos e/ou ratos obesos; artigos nas línguas portuguesa e inglesa e artigos completos publicados nos últimos 10 anos. Foram desconsiderados estudos de revisão, resumos de congressos, editoriais e cartas.

A seleção dos artigos se deu em três etapas: 1°Etapa: leitura dos títulos; 2º Etapa: leitura dos resumos; 3° Etapa: leitura na íntegra e seleção dos artigos para compor a presente pesquisa. Após a seleção foram analisados os seguintes aspectos nos artigos: Quais as enzimas antioxidantes utilizadas no estudo; quais os métodos utilizados para realizar a determinação da atividade das enzimas antioxidantes; quais os achados encontrados após a análise da determinação da atividade enzimática e qual comportamento essas assumem em indivíduos obesos.

Os dados foram tabulados em planilha do Excel® (2016) para elaboração de tabelas e gráficos com base nos resultados encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os 250 artigos inicialmente encontrados na primeira busca, um total de 50 artigos foram excluídos por duplicação, selecionando então 200 artigos para leitura do título. Após leitura do título (1ª etapa), 103 artigos foram excluídos, restando 97 artigos para leitura do resumo. Dos 97 artigos restantes, 50 foram excluídos após a leitura dos resumos (2ª etapa), restando assim 47 artigos para leitura na íntegra (3ª etapa). Após essa etapa 41 artigos foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão. 6 artigos foram selecionados para compor essa revisão integrativa. Esses dados estão expressos na figura 1.

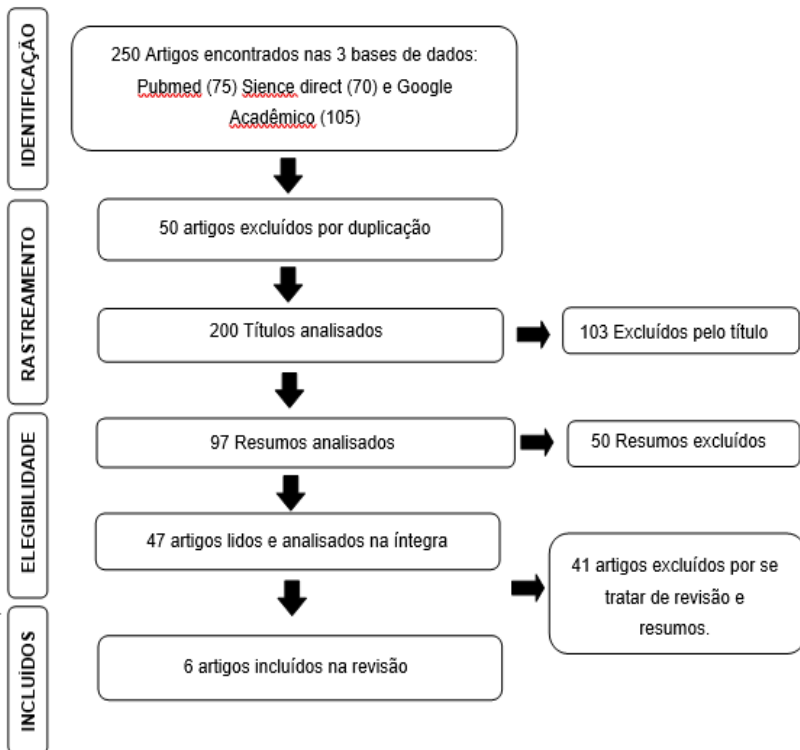



Figura 1. Fluxograma da busca de artigos e critérios de seleção.

Fonte: Autores, 2021.

Na presente pesquisa integrativa foram selecionados 250 artigos e somente 6 atenderam aos critérios de inclusão previamente estabelecidos. Dos 6 artigos selecionados 1 (16,7%) foi publicado em 2002, 1 (16,7%) em 2012, 1 (16,7%) em 2013, 2 (33,3%) em 2014 e 1 (16,7) em 2016. Esses dados estão expressos no gráfico 1.

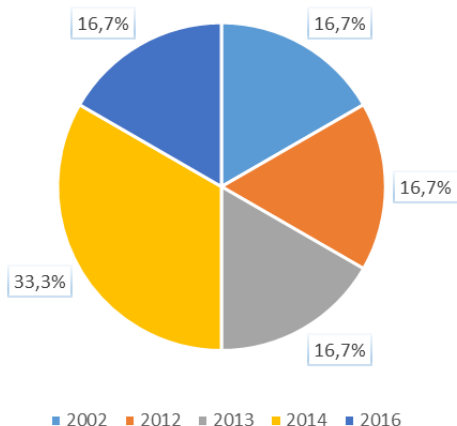



Gráfico 1: Artigos encontrados por ano de publicação.

Fonte: Autores, 2021.

Os resultados da análise serão apresentados de forma descritiva segundo os dados obtidos dos autores correspondente de cada artigo analisado, o ano de publicação, o objetivo do artigo, as enzimas analisadas, os resultados encontrados e a conclusão dos autores. Esses dados estão expressos na Tabela 1.

Autor, ano	Objetivo do estudo	Enzimas analisadas	Resultados	Conclusões
SCHRAIBER, 2016.	Avaliar o efeito da obesidade sobre parâmetros inflamatórios, de estresse oxidativo e metabolismo energético no hipotálamo de camundongos.	Superóxido dismutase e catalase	Animais do grupo obeso tiveram maior dano oxidativo no hipotálamo. Porém, não houve diferença significativa na atividade das enzimas estudadas no hipotálamo dos camundongos entre os grupos controle e obeso.	A obesidade cursou com a presença de processo inflamatório, presença de estresse oxidativo e disfunção mitocondrial no hipotálamo dos camundongos.

RAMEZANIPOUR et al., 2014.	Avaliar os efeitos da perda de peso sobre as enzimas antioxidantes de eritrócitos, e a relação destas com a ingestão das vitaminas A, E e C	Glutationa redutase, catalase, superóxido dismutase e da glutationa peroxidase	As atividades da glutationa redutase e da catalase mostraram aumento significativo depois da perda de peso, mas não houve mudanças significativas nas atividades da superóxido dismutase e da glutationa peroxidase.	Redução de 10% no peso pode ter um papel significativo no aumento da atividade das enzimas antioxidantes, especialmente na glutationa redutase e catalase em mulheres obesas.
OZATA, 2002.	Investigar o estado oxidativo e oligoelementos em indivíduos obesos.	Glutationa peroxidase eritrocitária e cobre zinco superóxido dismutase.	Os níveis de glutationa peroxidase eritrocitária e cobre zinco superóxido dismutase nos eritrócitos em indivíduos obesos foram significativamente menores do que nos controles.	A obesidade masculina está associada a um estado antioxidante defeituoso e hipozincemia.
FREEMAN et al., 2013.	Investigar o estresse oxidativo cerebral e o declínio cognitivo no contexto da obesidade induzida por dieta	Superóxido dismutase, catalase e glutationa peroxidase.	Alterações na via de antioxidante da superóxido dismutase, e os níveis de atividade da catalase não foram significativamente alterados. No entanto, foi observada um prejuízo significativo na glutationa peroxidase.	Esses dados demonstram aumenta os níveis de ROS totais e individuais no cérebro e destacam uma relação direta entre a quantidade de adiposidade e o nível de estresse oxidativo no cérebro.
FURUKAWA et al., 2012.	Aumento do estresse oxidativo na obesidade e seu impacto na síndrome metabólica em animais obesos	Superóxido dismutase e glutationa peroxidase.	A produção de ROS aumentou seletivamente no tecido adiposo de camundongos obesos, acompanhada por aumento da expressão de NADPH oxidase e diminuição da expressão de enzimas antioxidantes.	O aumento do estresse oxidativo na gordura acumulada é um instigador precoce da síndrome metabólica e que o estado redox no tecido adiposo é um alvo terapêutico potencialmente útil para a síndrome metabólica associada à obesidade.

FERRO, 2012.	Determinar a zincemia e a atividade das enzimas superóxido dismutase e glutationa peroxidase, bem como investigar a existência de correlação entre estas variáveis em mulheres obesas.	Superóxido dismutase e glutationa peroxidase.	Os valores médios da atividade da enzima superóxido dismutase nas mulheres obesas foram de 1816,0 ± 680,4 U/gHb e no grupo controle de 1786,8 ± 490,7 U/gHb. A determinação da glutationa peroxidase mostrou valores médios e desvios padrão de 46,4±19,4 U/gHb para as mulheres obesas e de 36,7±13,6 U/gHb para o grupo controle ($p<0,05$). Na análise de regressão multivariada, apenas a relação entre a atividade da enzima superóxido dismutase e a glicose plasmática ($r=-50$), circunferência da cintura ($r=-0,65$) e o índice de massa corpórea ($r= -0,63$) foi significativa	As mulheres obesas avaliadas neste estudo apresentam concentrações de zinco nos eritrócitos inferiores ao grupo controle ($p<0,05$). Além disso, a análise de regressão multivariada para investigar a influência dos componentes da síndrome metabólica sobre os antioxidantes revela significância estatística apenas em relação à superóxido dismutase, sendo que esta enzima possui correlação negativa com a glicose plasmática, circunferência da cintura e índice de massa corpórea

Tabela 1. Características e resultados dos estudos incluídos na revisão.

Fonte: Autores, 2021.

No processo de obesidade verifica-se o aumento dos mecanismos envolvidos no processo inflamatório, e isto, está diretamente relacionado com a produção de espécies reativas de oxigênio nos tecidos periféricos. Devido a isso, a elevação do índice de massa corporal está relacionada com a presença de marcadores de estresse oxidativo sistêmico, dentre eles as enzimas antioxidantes presente no organismo.

Schraiber (2016), avaliou os parâmetros inflamatórios, de estresse oxidativo e de metabolismo energético no hipotálamo de camundongos em obesidade induzida. O autor dividiu os camundongos em dois grupos de estudos: grupo controle e grupo obeso, no qual, o grupo obeso foram induzidos a obesidade por meio do consumo de uma dieta rica em gordura por 10 semanas. Após a morte e dessecação, foram analisados parâmetros bioquímicos dos animais, e com isso, verificou-se o houve aumento da peroxidação lipídica e menor nível de glutationa (GSH) no hipotálamo dos animais obesos, em contrapartida, não houve diferença quanto a atividade das enzimas antioxidantes superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT) no hipotálamo dos animais. O grupo obeso apresentou menor atividade dos complexos I, II e IV da cadeia respiratória mitocondrial, bem como menor atividade da creatina quinase (CK) no hipotálamo.

O estudo de Ramezanipour e colaboradores (2014), avaliou os efeitos da perda de peso sobre as enzimas antioxidantes de eritrócitos, e a relação destas com a ingestão das vitaminas A, E e C. Os autores coletaram amostras de sangue em jejum de 30 mulheres em estado de obesidade e após três meses da intervenção e redução de 10% do peso, foram coletados novamente as amostras de sangue para análise das enzimas antioxidantes. Os autores verificaram que as atividades da glutationa redutase e da catalase mostraram aumento significativo após a intervenção e perda de peso, no entanto, não houve mudanças significativas nas atividades da superóxido dismutase e da glutationa peroxidase.

Nota-se então que as enzimas antioxidantes presente no metabolismo são afetadas pelo processo de aumento de peso por estar diretamente relacionadas com o estresse oxidativo proveniente da inflamação presente em indivíduos obesos pelo aumento excessivos as espécies reativas de oxigênio. Devido a isso, a diminuição de peso tem relação direta com o aumento da atividade oxidativa do sistema enzimático.

Ozata (2002), investigou o estado oxidativo e oligoelementos em 76 homens e obesos e 24 voluntários saudáveis. Foram analisadas as enzimas glutationa peroxidase eritrocitária e cobre zinco-superóxido dismutase, no qual, seus níveis médios nos eritrócitos em indivíduos obesos foram significativamente menores do que nos controles.

Já Freeman e colaboradores (2013), avaliaram a influência do consumo de dieta rica em gordura sobre a defesa antioxidante no cérebro através das enzimas catalase, glutationa peroxidase e superóxido dismutase, e observaram que não houve alteração na atividade das enzimas catalase e superóxido dismutase no hipocampo e córtex pré-frontal, no entanto, observaram que a glutationa peroxidase mostrou-se a atividade diminuída no córtex cerebral. Em contrapartida, o estudo de Furukawa e colaboradores (2012), mostrou que houve uma depleção das enzimas antioxidantes no tecido adiposo de animais obesos.

O aumento da atividade muscular para transportar o peso de indivíduos obesos e a hiperglicemia, são fatores que contribuem para a produção de espécies reativas de oxigênio em tecidos periféricos na obesidade, isso pode ser um fator da redução da atividade enzimática antioxidante (VINCENT; INNES; VINCENT, 2007).

Ferro (2012), em seu estudo determinou a zincemia e a atividade das enzimas superóxido dismutase e glutationa peroxidase, e a existência de correlação entre estas variáveis em 73 mulheres, sendo 36 eutrófica e 37 obesas, entre 20 a 50 anos de idade. A autora verificou que apenas a enzima superóxido dismutase tem correlação positiva em relação a síndrome metabólica.

CONCLUSÃO

Nota-se com a análise dos estudos a existência de alterações na defesa antioxidante em indivíduos obesos e relação direta para o acometimento do estresse oxidativo, principalmente nas enzimas antioxidantes catalase, superóxido dismutase e glutationa peroxidase. No

entanto, através desses dados percebe-se que a relação da atividade enzimática com o processo inflamatório na obesidade ainda é bastante escasso, necessitando assim de novos estudos.

REFERÊNCIAS

ABESO - Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. **Diretrizes brasileiras de obesidade**. Disponível em: https://abeso.org.br/diretrizes/. Acesso em: 18 ago. 2021.

FERRO, F. E.D. **Zincemia, atividade das enzimas superóxido dismutase e glutationa peroxidase e sua relação com parâmetros da síndrome metabólica em mulheres obesas.** Dissertação de mestrado – centro de ciências da saúde da Universidade Federal do Piauí. 2012.

FRANÇA, B. K.; ALVES, M. R. M.; SOUTO, F. M. S.; TIZIANE, L.; BOAVENTURA, R. F.; GUIMARÃES, A.; ALVES, A. Peroxidação lipídica e obesidade: métodos para a aferição do estresse oxidativo em obesos. **GE Jornal português de gastrentorologia**, v. 20, n. 5, p. 199-206, 2013.

FREEMAN L. R.; ZHANG, L.; NAIR, A.; DASURI, K.; FRANCIS, J.; FERNANDEZ-KIM, S. O. et al. Obesity Increases Cerebrocortical Reactive Oxygen Species And Impairs Brain Function. Free Radic. **Biol Med**., v. 56, p. 226-233, 2013.

FURUKAWA, S.; FUJITA, T.; SHIMABUKURO, M.; IWAKI, M.; YAMADA, Y.; NAKAJIMA, Y. et al. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. **J Clin Invest.**, v. 114, n. 2, p. 1752-1761, 2004.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto Contexto – Enfermagem**, v. 17, n. 4, 2008.

OZATA, M. et al. Increased oxidative stress and hipozincemina in male obesity. **Clin. Biochem**., v. 85, p. 17-25, 2002.

RAMEZANIPOUR, M. et al. O efeito da redução de peso nas enzimas antioxidantes e sua associação com a ingestão dietética de vitaminas A, C e E. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 58, n. 7, p. 744-749, 2014.

SCHRAIBER, R. B. **EFEITO DA OBESIDADE SOBRE PARÂMETROS INFLAMATÓRIOS E BIOQUÍMICOS NO HIPOTÁLAMO DE CAMUNDONGOS.** Dissertação de Mestrado - Pós-Graduação em Ciências da Saúde para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde. 2014.

VINCENT, H. K. et al., Obesity is associated with increased myocardial oxidative stress. **Int J Obes Relat Metab Disord**, v. 23, n. 1, p. 67-74, 1999.

VINCENT, H. K.; INNES, K. E.; VINCENT, K. R. Oxidative stress and potencial interventions to reduce oxidative stress in overweight and obesity. **Diabetes Obes. Metab**., v. 9, n. 6, p. 813-39, 2007.

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ALIMENTOS COMO ALTERNATIVA PARA A AGRICULTURA FAMILIAR

Data de aceite: 01/10/2021
Data de submissão: 05/07/2021

Michele Renz Scheer
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul,
Ijuí – RS
http://lattes.cnpq.br/6401642773037912

Fernanda Gewehr de Oliveira
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul,
Ijuí – RS
http://lattes.cnpq.br/2905682294356850

Roberto Carbonera
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul,
Ijuí – RS
http://lattes.cnpq.br/6425703459675054

Nilvo Basso
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul,
Ijuí – RS
http://lattes.cnpq.br/6176438332979758

Felipe Esteves Oliveski
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul,
Ijuí – RS
http://lattes.cnpq.br/1297812311126796

Eniva Miladi Fernandes Stumm *(in memoriam)*
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul,
Ijuí – RS
http://lattes.cnpq.br/6324085186499342

RESUMO: O trabalho analisou os níveis de desenvolvimento de um agricultor familiar que pratica fruticultura orgânica no município de Santa Rosa, RS. Foram realizadas duas entrevistas semiestruturadas, em períodos distintos do ano. Obtiveram-se as informações necessárias para realizar a avaliação técnica e socioeconômica, com a determinação do nível de reprodução social. A unidade de produção possui uma superfície de área de dez hectares, sendo seis hectares de área útil. São cultivados um hectare de laranja e um hectare de bergamota sob a forma orgânica e quatro hectares são utilizados para a subsistência. A unidade de produção consegue obter uma renda agrícola média para cada unidade de trabalho de R$ 19.651,10 por ano, superior ao nível de reprodução social estimado em de R$ 11.440,00. Portanto, a fruticultura orgânica apresenta-se como possibilidade de viabilizar agricultores familiares com restrições de áreas de cultivo, com a produção de alimentos saudáveis e sustentáveis.
PALAVRAS-CHAVE: agricultura familiar, segurança alimentar, sustentabilidade.

ORGANIC FOOD PRODUTION AS NA ALTERNATIVE FOR FAMILY FARMING

ABSTRACT: The work analyzed the development levels of a family farmer who practices organic fruit growing in the municipality of Santa Rosa, RS. Two semi-structured interviews were carried out at different times of the year. The necessary information was obtained to carry out the technical and socioeconomic evaluation, with the determination of the level of social reproduction. The production unit has an area of ten hectares,

with six hectares of usable area. One hectare of orange and one hectare of bergamot are grown in organic form and four hectares are used for subsistence. The production unit manages to obtain an average agricultural income for each work unit of R$ 19,651.10 per year, higher than the level of social reproduction estimated at R$ 11,440.00. Therefore, organic fruit production presents itself as a possibility to enable family farmers with restrictions on cultivation areas, with the production of healthy and sustainable food.
KEYWORDS: family farming, food security, sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

A compreensão da fragilidade dos agricultores familiares, ou dos pequenos agricultores, como eram denominados, fez emergir a agricultura familiar como categoria social no cenário nacional (SCHNEIDER, 2016). Trata-se de uma categoria que possui tamanhos e condições sociais diferentes, que produz em escala reduzida, seja para consumo ou para revenda. Fruto de sua organização e capacidade de reinvindicação, conseguiram importantes conquistas nos últimos anos. Em 1995, foi lançado o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura (PRONAF). A partir desse programa, inúmeras políticas direcionadas à agricultura familiar foram criadas e implementadas e proporcionaram visibilidade para esses produtores (SABOURIN; SAMPER e MASSARDIER, 2015). Nesse sentido, torna-se importante o uso de estratégias gerenciais específicas para a agricultura familiar a fim de auxiliar o agricultor na tomada de decisões e reforçar este importante pilar de desenvolvimento do país (ZACHOW e PLEIN, 2018).

Existe um consenso de que a agricultura familiar tem papel central para o alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, lançados em 2015 pela Organização das Nações Unidas (SCHNEIDER, 2016). Os sistemas de produção baseados no trabalho familiar são reforçados e necessários para abastecer e alimentar a população atual e futura do planeta (REGANOLD e WATCHER, 2016). A degradação ambiental resultante da fase modernizante caracterizada pela erosão dos solos, poluição da água e contaminação dos alimentos com agrotóxicos são questões centrais, merecedoras de novas ações (COTRIM e DAL SOGLIO, 2016). Os autores vão além, ao pontuarem que é através da ampliação do ponto de vista com a interação ambiental que novos debates emergem para dar início a transição agroecológica (CAPORAL, 2003). O autor se reporta a resultados que demonstram ser possível criar condições para uma agricultura mais sustentável, com redução drástica dos impactos ao meio ambiente e, concomitantemente, estimular a inclusão social e a melhoria da qualidade de vida da população rural.

A partir dessas considerações, realizou-se o presente estudo com o objetivo de avaliar a viabilidade socioeconômica e ambiental da produção orgânica de alimentos por um agricultor no município de Santa Rosa, noroeste do estado Rio Grande do Sul, como alternativa para uma agricultura familiar sustentável.

2 | METODOLOGIA

A metodologia empregada fundamenta-se na teoria de sistemas agrários, destinada ao estudo de situações de desenvolvimento agrário e da análise do estabelecimento agrícola (DUFUMIER, 2007; SILVA NETO E BASSO, 2015; LIMA et al., 2005; WUNSCH, 2015). O mesmo foi realizado por meio de entrevistas semiestruturadas junto a vinte agricultores representativos da agricultura no segundo semestre de 2016 e no primeiro semestre de 2017 no município de Santa Rosa, RS, nas disciplinas de Estágio I – Análise e Diagnóstico de Sistemas Agrários e Estágio II – Análise Técnica e Econômica de Sistemas de Produção do Curso de Agronomia da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). Os dados foram, também, analisados na disciplina de Modelização de Sistemas de Produção do mesmo curso e na disciplina de Análise Técnica, Econômica e Ambiental do curso de Mestrado em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade da mesma Universidade.

O estudo partiu da compreensão do processo de desenvolvimento da agricultura, através da análise da trajetória de evolução e diferenciação geográfica, técnica e socioeconômica. Na elaboração da tipologia das unidades de produção e na análise técnica e econômica dos tipos de sistemas de produção. A análise técnica consistiu na caracterização dos principais fluxos de uso dos recursos produtivos nas unidades de produção estudada, através do calendário de trabalho nas atividades desenvolvidas ao longo do ano, do calendário do uso de equipamentos e no fluxo de disponibilidades e necessidades monetárias ao longo do ano. A análise econômica dos sistemas de produção foi realizada a partir da elaboração dos modelos do valor agregado e da renda agropecuária (LIMA et al., 2005).

O valor agregado do sistema de produção é definido como: VA = PB - CI – D; Em que: VA = valor agregado; PB = valor da produção física (produção bruta); CI = consumo de bens e serviços durante o ciclo de produção (consumo intermediário) e D = depreciações de equipamentos e instalações. A partir da distribuição do valor agregado, calculou-se a renda agropecuária, definida como: RA = VA - J - S - T – I; Em que: RA = renda agropecuária; VA = valor agregado; J = juros pagos aos bancos (ou outro agente financeiro); S = salários; T = arrendamentos pagos aos proprietários da terra e I= impostos e taxas pagas ao Estado. A partir do cálculo do valor agregado e da renda produzida pelo sistema de produção foram elaborados dois tipos de modelos lineares: um modelo do valor agregado ou renda global do sistema de produção que permite identificar os tipos de agricultores com maiores dificuldades de se manterem na atividade agrícola; e um modelo da composição da renda produzida pelo sistema de produção a partir da discriminação das atividades ou subsistemas de cultura ou de criação desenvolvidas que permitem identificar as atividades que geram mais renda por unidade de superfície, assim como as necessidades de capital fixo para a sua implantação.

A partir desta análise, estudou-se as possibilidades de reprodução socioeconômica da unidade de produção, ou seja, à renda mínima necessária para assegurar o desempenho dos sistemas de produção no curto prazo (compra de insumos, manutenção dos equipamentos

e benfeitorias), e, a longo prazo, a reposição dos meios de produção e satisfação das necessidades em bens de consumo da família do agricultor. Essa análise permite verificar em que medida os sistemas de produção geram renda agrícola por unidade de trabalho familiar (RA/UTF) suficiente a ponto de garantir que o agricultor mantenha o interesse em permanecer na atividade. Para a unidade de produção familiar, foi considerado um valor de R$ 880,00, equivalente a um salário mínimo mensal, à época do estudo, que, incluindo o décimo terceiro, corresponde a uma renda anual por unidade de trabalho familiar de R$ 11.440,00. Além disso, indica a área mínima necessária para que cada trabalhador consiga assegurar este nível de renda, bem como a intensidade do sistema de produção, avaliado pelo valor do coeficiente angular, "a" da função da renda, que representa a Margem Bruta (MB) por unidade de área.

Fez-se, por fim, a análise técnica dos sistemas de cultivo com a finalidade de identificar limitações e, ou problemas que necessitem de aconselhamento agronômico, tendo em vista a promoção de ajustes, se necessários, no sistema. O presente trabalho trata de um caso emergente de agricultor, dentre treze tipos e cinco casos emergentes, identificados no município, que caracteriza-se como agricultor familiar de pequeno porte que pratica fruticultura orgânica.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi realizado em uma unidade de produção que se destaca pela produção de fruticultura orgânica. A unidade de produção conta com apenas dez hectares de área total, e, destes, somente seis hectares são de superfície agrícola útil. Nela são cultivados um hectare de laranja, um hectare de bergamota e quatro hectares são utilizados na produção de subsistência. A unidade de produção conta com 1,2 unidades familiares de trabalho.

O sistema de produção gera, em média, R$ 4.093,90 de valor agregado líquido por hectare útil. A renda média para cada unidade de trabalho situou-se em R$ 19.651,10 por ano. A produção de laranja contribui com R$ 11.912,00 de margem bruta por hectare, enquanto que a bergamota apresenta um valor médio de R$ 8.356,00 de MB/ha. A subsistência contribui com o valor de R$ 930,00 MB/ha (Figura 1).

Importante destacar que esta unidade familiar, mesmo com restrições de área, consegue atingir níveis de reprodução socioeconômica, uma vez que a viabilidade da unidade a longo prazo é analisada em termos de renda do sistema. Para esta unidade de produção de frutíferas orgânicas, foi considerado o equivalente a um salário mínimo mensal e com décimo terceiro incluso, no valor de R$ 880,00, que corresponde a uma renda anual por unidade de trabalho familiar de R$ 11.440,00. Constatou-se que a unidade de produção que trabalha com frutíferas orgânicas conseguiu superar o nível de reprodução social, o que possibilita sua manutenção na atividade. Isso é importante porque os primeiros estudos de análise da agricultura regional apontaram que metade dos agricultores da Região Noroeste do Rio

Grande do Sul não atingia este nível de reprodução na década de 80 (DUDERMEL, 1990).

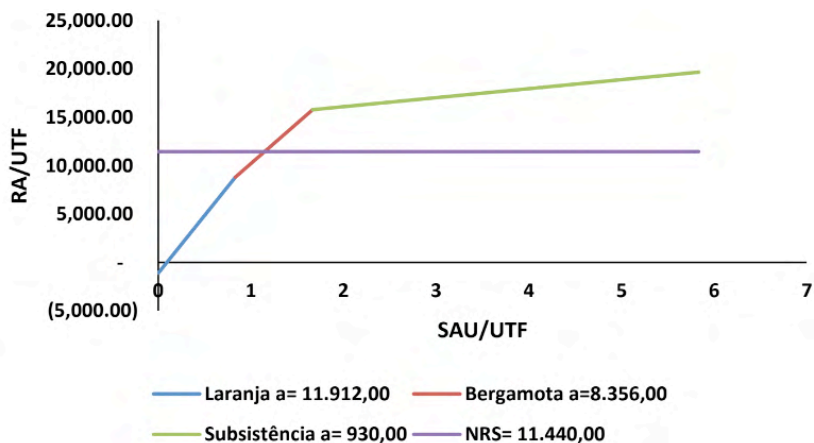



Figura 1 – A contribuição dos diferentes cultivos da unidade de produção para atingir o Nível de Reprodução Social

O município de Santa Rosa, RS, apresenta uma agricultura essencialmente familiar com potencial agroecológico. Existe uma importante diferenciação técnica e socioeconômicas entre os agricultores, com diferentes formas de combinação de atividades, com diferentes níveis de intensificação das produções e níveis de capitalização.

Esse sistema de produção alternativo, com a inclusão da fruticultura orgânica, conseguiu inserir estratégias diferentes para garantir a reprodução social. Nesse sentido, a busca pela agricultura orgânica, por apresentar elevados resultados econômicos, trata-se de uma alternativa para os agricultores em situação de vulnerabilidade, pois assegura a produção de alimentos saudáveis, com menores usos de insumos sintéticos, com menor contaminação ambiental e com menos riscos aos trabalhadores rurais.

4 I CONCLUSÃO

Este trabalho demonstrou que é viável praticar a fruticultura orgânica de laranjas e bergamotas por agricultores familiares que apresentam limitações de superfície útil. Mesmo com limitações de área, é possível gerar renda para atingir o nível de reprodução social.

Deve-se destacar, também, que o cidadão consciente, busca o consumo de alimentos orgânicos, pois são mais seguros sob o ponto de vista nutricional e apresentam baixos índices de contaminação. Isso demonstra, também, que agricultores que optavam por produzir de modo convencional e monoculturas estejam abertos às mudanças e possam transacionar para outros modos de produção, atingindo o nível de reprodução social.

REFERÊNCIAS

DUDERMEL, T. **Brèsil Meridional, les enjeux** d´une **agriculture en crise**: capitalistes et paysans du Nort-Ouist do Rio Grande do Sul face aux bouleversements économiques.Thèse de Doctorat. Paris: INAP-G, 1990.336 f.

DUFUMIER, M. **Projetos de desenvolvimento agrícola:** manual para especialistas. Trad. Vitor de Athayde Couto. Salvador: EDUFBA, 2007. 328 p.

CAPORAL, F. R. **Superando a Revolução Verde:** A transição agroecológica no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. EMATER/RS-ASCAR, Porto Alegre. 2003.

COTRIM, D.S; DAL SOGLIO, F.K. Construção do Conhecimento Agroecológico: problematizando o processo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 3, 2016.

FEIDEN, A.; ALMEIDA, D. L. de; VITOI, V. ASSIS, R. L. de. Processo de conversão de sistema de produção convencionais para sistemas de produção orgânicos. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 179-204, 2002.

LIMA, A. J. P. de; BASSO, N.; NEUMANN, P. S.; SANTOS, A. C. dos; MÜLLER, A. G. **Administração da unidade de produção familiar:** modalidades de trabalho com agricultores. 3ª ed. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2005. 222p.

REGANOLD, J. P.; WATCHER, J. M. Organic agriculture in the twenty-first century. **Nature Plants**, vol. 2, Article number: 15221, 2016.

SABOURIN, E.; SAMPER, M.; MASSARDIER, G. Políticas públicas para as agriculturas familiares: existe um modelo latino-americano? In: GRISA, C.; SCHNEIDER, S. (Orgs.). **Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2015. p. 595-616.

SCHNEIDER, S. A presença e as potencialidades da agricultura familiar na América Latina e no Caribe. **Redes**, v.21, n.3, p. 11-33, set/dez. 2016. Disponível em: https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/8390. Acesso em: 18/8/2019.

WUNSCH, J. A. O diagnóstico do estabelecimento agrícola. In: CARBNERA, R.; FERNANDES, S.B.V.; SILVA, J.A.G. **Sistemas agropecuários e saúde animal.** Ijuí, Ed. Unijuí, 2015. p. 129-154.

ZACHOW, M.; PLEIN, C. A gestão como característica da agricultura familiar. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 6, p. 3318-3334, out./dez. 2018.

CAPÍTULO 3

EMBALAGENS PARA ALIMENTOS: TENDÊNCIAS E INOVAÇÕES EM FILMES FLEXÍVEIS

Data de aceite: 01/10/2021

Viviane Patrícia Romani
Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR

Gisele Fernanda Alves da Silva
Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Alimentos, Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS

Luan Gustavo dos Santos
Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Alimentos, Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande RS

Simone Canabarro Palezi
Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Alimentos, Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS

Michele Cristiane Mesomo Bombardelli
Departamento de Engenharia de Alimentos Universidade Estadual do Centro-Oeste Guarapuava, PR

Vilásia Guimarães Martins
Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR

RESUMO: As embalagens possuem um papel crucial na manutenção da qualidade dos alimentos. Novas tecnologias neste setor vêm surgindo para melhoria e aumento da vida útil dos produtos e para redução da poluição ambiental, visando a produção e consumo sustentável no setor de alimentos. Essas tecnologias englobam as embalagens biodegradáveis, comestíveis, ativas e inteligentes, que estão sendo amplamente estudadas. Dentre as tendências no desenvolvimento destes novos materiais está a utilização de matérias-primas renováveis e naturais. Os filmes flexíveis estão entre os materiais mais utilizados para embalar alimentos e em geral não são reciclados. Portanto, a presente revisão tem o objetivo de apresentar algumas tendências e inovações no setor de filmes flexíveis biodegradáveis, comestíveis, ativos e inteligentes.

PALAVRAS-CHAVE: Filmes ativos; filmes biodegradáveis; filmes comestíveis; filmes inteligentes.

FOOD PACKAGING: TREND AND INNOVATIONS IN FLEXIBLE FILMS

ABSTRACT – Packaging plays a crucial role in maintaining food quality and food safety, as well as food security. New technologies in this sector are emerging to improve and increase the shelf life of products and to reduce environmental pollution, aiming the sustainable production and consumption in the food sector. These technologies include biodegradable, edible, active and intelligent packaging, which are being widely studied. Among the trends in the development of these new materials is the use of renewable and natural raw materials. Flexible films are among the most widely used materials

for food packaging, which are generally not recycled. Therefore, this review aims to present some trends and innovations in the biodegradable, edible, active and intelligent flexible films sector.
KEYWORDS: Active films; biodegradable films; edible films; intelligent films.

1 I INTRODUÇÃO

As demandas crescentes dos consumidores por produtos naturais e seguros, aliado a necessidade de aumento da vida útil de alimentos para redução do seu desperdício e da poluição ambiental, impulsionaram o desenvolvimento de novos materiais para embalagens de alimentos (BHARGAVA *et al.*, 2020; DOMÍNGUEZ *et al.*, 2018). Essas novas embalagens apresentam, além das quatro principais funções de contenção, proteção, conveniência e comunicação, outras funcionalidades e vantagens (BHARGAVA *et al.*, 2020).

Novas tecnologias de embalagens incluem: materiais biodegradáveis para substituição de polímeros sintéticos convencionais visando a redução de resíduos sólidos no meio ambiente; materiais comestíveis que colaboram na redução de resíduos e apresentam a possibilidade de carrear compostos ativos que podem aumentar a vida útil dos produtos (SHARMA *et al.*, 2019); materiais ativos para redução das reações de degradação dos produtos alimentícios; e, materiais inteligentes que sinalizam se o produto está adequado para consumo ou se foi submetido a condições inadequadas de armazenamento (BHARGAVA *et al.*, 2020).

Dentre as tendências no desenvolvimento destas novas tecnologias, uma que se destaca é a utilização de matérias-primas naturais e renováveis provenientes de recursos agrícolas, bem como resíduos/subprodutos de indústrias de alimentos. Essas iniciativas colaboram com a economia circular e preservação do meio ambiente, e, portanto, a sustentabilidade, bem como possibilitam reduzir os custos dos polímeros gerados (DE LA CABA *et al.*, 2019). Visto que os filmes flexíveis são amplamente utilizados em embalagens de alimentos e geralmente não são reciclados (WU; MISRA; MOHANTY, 2021), a presente revisão tem o objetivo de apresentar algumas tendências e inovações no setor de filmes flexíveis biodegradáveis, comestíveis, ativos e inteligentes

FILMES BIODEGRADÁVEIS

O crescente aumento na e consumo de plásticos a partir do petróleo vem causando preocupações em relação a poluição ambiental (DE LA CABA *et al.*, 2019). As embalagens biodegradáveis surgiram como uma alternativa promissora para redução dos resíduos sólidos plásticos, visto que se degradam em um curto período de tempo quando expostos ao ambiente, geralmente pela ação de micro-organismos. Polímeros biodegradáveis podem ser obtidos a partir da biomassa (proteínas e polissacarídeos), sintetizados em laboratório (poliácido lático – PLA) ou extraídos de produtos petroquímicos (policaprolactona – PCL) e a partir de fermentação microbiana (polihidroxialcanoatos –

PHA, polihidroxibutirato – PHB) (BENBETTAÏEB *et al.*, 2016).

As possíveis matérias-primas usadas para elaboração de filmes biodegradáveis incluem macromoléculas como proteínas, lipídios e polissacarídeos extraídos de fontes agrícolas, e especialmente a partir de resíduos das indústrias de alimentos. Essa tendência é vantajosa pela redução de resíduos que requerem tratamento, bem como valorização dos mesmos como matéria-prima de menores custos (DE LA CABA *et al.*, 2019). Alguns exemplos de biopolímeros utilizados no desenvolvimento de filmes flexíveis biodegradáveis são a gelatina, quitosana (HU et al., 2020), proteínas do leite (DA SILVA FILIPINI; ROMANI; GUIMARÃES MARTINS, 2020; KARIMI *et al.*, 2020), celulose (MOHAMMADALINEJHAD; ALMASI; MORADI, 2020), amido (OROZCO-PARRA; MEJÍA; VILLA, 2020; ROMANI; HERNÁNDEZ; MARTINS, 2018), alginato (PARREIDT; MÜLLER; SCHMID, 2018), entre outros.

Diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas utilizando uma ampla variedade de matérias-primas renováveis para produzir filmes biodegradáveis. No entanto, algumas características dos polímeros finais ainda limitam sua ampla aplicação como embalagens de alimentos, como as propriedades mecânicas e de barreira. Essas limitações se devem principalmente ao fato das moléculas utilizadas possuírem um caráter hidrofílico (SCHMID; MÜLLER, 2019). Estratégias já vem sendo estudadas para melhoria dessas propriedades, como a combinação de diferentes polímeros (blendas e filmes multicamadas), incorporação de agentes de reforço, *crosslinking*, aplicação de plasma, radiação UV, entre outras (BENBETTAÏEB *et al.*, 2016; ROMANI *et al.*, 2020).

É fundamental que os materiais desenvolvidos apresentem as propriedades necessárias para embalagens, para que a qualidade do produto não seja comprometida. Já existem no mercado alguns filmes biodegradáveis que estão sendo utilizados em embalagens para alimentos. As matérias-primas mais utilizadas nestes materiais são o PLA, amido e celulose, devido às propriedades dos polímeros gerados serem muito semelhantes as de embalagens de plásticos convencionais. Indústrias no mundo todo já estão aderindo a essa tendência de produção e uso de materiais biodegradáveis e várias *startups* já estão desenvolvendo materiais utilizando matérias-primas de produtos alimentícios, como a *Polimex bioplastics*, *Mango materials*, *Lactips*, *TIPA*, OKA Bioembalagens e Já fui mandioca. O mercado destes materiais é promissor e tende a crescer significativamente nos próximos anos.

EMBALAGENS COMESTÍVEIS

Os filmes e os revestimentos comestíveis também estão sendo amplamente explorados para embalagem e preservação de alimentos (UMARAW *et al.*, 2020). Estes são produzidos a partir de matérias-primas comestíveis, podendo ser consumidos juntamente com os alimentos ou bebidas neles contidos. Os filmes e os revestimentos comestíveis também contribuem

com a redução de resíduos sólidos lançados no meio ambiente, pois mesmo que não sejam ingeridos, podem degradar-se mais facilmente em comparação com as embalagens sintéticas (BRAIN WILFER *et al.*, 2020). Estes materiais são biodegradáveis e não tóxicos, sendo desenvolvidos a partir de biopolímeros como polissacarídeos, proteínas, lipídeos ou suas combinações. Polissacarídeos, como pululana, quitosana, carragenina, amido, alginato, celulose, pectina, goma de gelana e goma xantana (ROSYADA; SUNARHARUM; WAZIIROH, 2019; SONDARI, 2019; ZUBAIR; ULLAH, 2020), proteínas como, gelatina de colágeno, glúten, proteína de feijão, zeína de milho, proteína de soja e caseína (CHEN *et al.*, 2019)(CHEN et al., 2019 e materiais à base de lipídios, como cera de abelha, cera de parafina e cera de carnaúba (MORILLON *et al.*, 2002) são alguns dos biopolímeros utilizados como base de filmes e revestimentos comestíveis.

Além das funções das básicas, as embalagens comestíveis podem apresentar características importantes para aplicações específicas, como aumentar a vida útil e melhorar a qualidade pós-colheita de frutas e vegetais, bem como de carnes, peixes, produtos de padaria, laticínios, etc. (BARRETT; BEAULIEU; SHEWFELT, 2010). Estes polímeros podem atuar como uma camada de barreira contra difusão de gases, migração de água, mudanças de aroma e diferentes trocas de solutos, prevenir oxidação de lipídios e controlar as atividades enzimáticas e deterioração microbiana (PARREIDT; MÜLLER; SCHMID, 2018).

Neste segmento de embalagens para alimentos, está aumentando a utilização dessas matrizes comestíveis como carreadoras de compostos funcionais, caracterizando o material como ativo. Estes compostos podem atuar aumentando a vida útil dos alimentos (ex.: antioxidantes e antimicrobianos), bem como agregando no aspecto nutricional (ex.: antioxidantes, vitaminas, prebióticos e probióticos) (EBRAHIMI *et al.*, 2018; KARIMI *et al.*, 2020; OROZCO-PARRA; MEJÍA; VILLA, 2020; SILVA-WEISS *et al.*, 2013). Em virturde das demandas dos consumidores, que estão procurando produtos frescos e mais naturais, compostos de extratos de plantas, óleos essenciais e algas estão sendo utilizados. Essa abordagem é promissora para redução do uso de conservantes sintéticos e para redução do desperdício de alimentos, e tende crescer ainda mais.

Sharma *et al.* (2019) relataram que revestimentos comestíveis são excelentes carreadores de ingredientes e aditivos funcionais, como compostos de cor e sabor, vitaminas, nutrientes e agentes antioxidantes, visando aumentar o valor nutricional, estabilidade e funcionalidade dos alimentos. Ebrahimi e Rastegar (2020) relataram a aplicação com sucesso de revestimento comestível à base de goma guar enriquecido com *Aloe vera* e *Spirulina platensis* para manutenção do conteúdo de ácido ascórbico, fenol total e atividade antioxidante da manga armazenada à temperatura ambiente.

FILMES ATIVOS

As embalagens ativas possuem além das funções das embalagens convencionais, a

capacidade de aumentar a vida útil dos produtos alimentícios por meio da interação entre o alimento e o material de embalagem, o que possibilita prevenir e/ou retardar a degradação provocada por oxidações e/ou contaminações microbianas de alimentos (YILDIRIM *et al.*, 2018). Os mecanismos de atuação destas embalagens incluem captadores (ex.: etileno, oxigênio, umidade e dióxido de carbono) e emissores (ex.: antioxidantes, antimicrobianos e dióxido de carbono). Estes podem ser incorporados nas embalagens, por exemplo, por meio sachês, rótulos, multicamadas e revestimentos (BOLUMAR; ANDERSEN; ORLIEN, 2011; VILELA *et al.*, 2018). Dentre as possibilidades de mecanismos de atuação e materiais a serem utilizados, estão os filmes flexíveis, que são o foco deste trabalho. Os filmes podem ser incorporados com compostos ativos, como antioxidantes e antimicrobianos, a serem liberados gradativamente para o produto, prevenindo reações de degradação, como a oxidação lipídica e desenvolvimento microbiano (ALMASI *et al.*, 2014; YILDIRIM *et al.*, 2018). Neste contexto, se destacam as matrizes utilizadas também na produção de outras tecnologias de embalagem (comestíveis e biodegradáveis), como as proteínas, polissacarídeos e lipídeos, ou suas combinações (KANATT; MAKWANA, 2020). Também se salienta o uso de compostos ativos de fontes naturais, visando a redução de compostos químicos que podem ser prejudiciais à saúde humana (CAROCHO; MORALES; FERREIRA, 2015). Os filmes flexíveis gerados a partir matérias-primas alimentícias aliam as vantagens de serem comestíveis e biodegradáveis, além de promover o aumento da vida útil dos alimentos e reduzir seu desperdício.

Os materiais ativos podem ter, por exemplo, caráter antioxidante e/ou antimicrobiano, ambos obtidos a partir da incorporação de componentes ativos diretamente na formulação do material de embalagem. A incorporação desta forma é mais vantajosa do que a adição direta desses compostos no alimento, devido à liberação controlada e gradativa das substâncias (ALMASI *et al.*, 2014). Estudos recentes têm demonstrado que a associação de biopolímeros a compostos antimicrobianos e antioxidantes apresenta grande potencial no aumento da vida útil de alimentos susceptíveis a deterioração por processos oxidativos e pela ação de micro-organismos (HANANI; YEE; NOR-KHAIZURA, 2019; ZHANG *et al.*, 2019). As bioatividades de compostos naturais são em geral atribuídas a compostos como flavonoides, antocianinas, tocoferóis e carotenoides, que podem ser encontrados em frutas, vegetais, ervas, temperos, chás e tubérculos (CAROCHO; MORALES; FERREIRA, 2015; JAMSHIDIAN; TEHRANY; DESOBRY, 2013).

No estudo de Yong *et al.* (2019), os autores elaboraram filmes antioxidantes e sensíveis ao pH, incorporando extrato de batata-doce de polpa roxa à matriz de quitosana. A adição dos extratos alterou algumas propriedades dos filmes e promoveu propriedades ativa (antioxidante) e inteligente (sensibilidade ao pH para monitoramento da vida útil) devido ao elevador teor de antocianinas. Rodríguez *et al.* (2020) elaboraram filmes ativos utilizando mamão papaya como matriz polimérica incorporados com ácido ascórbico e óleo de abóbora. Os autores constataram que ambos compostos ativos aumentaram a vida útil de peras

minimamente processadas em até 6 dias, comparado ao controle.

FILMES INTELIGENTES

Alguns alimentos não apresentam características visuais referentes ao seu estágio de maturação e/ou deterioração, sendo de grande importância a aplicação de embalagens inteligentes nestes produtos para evitar o desperdício ou consumo de alimentos em condições inadequadas (BHARGAVA *et al.*, 2020; SOLTANI FIROUZ; MOHI-ALDEN; OMID, 2021). Embalagens inteligentes são indicadores ou sensores que monitoram as condições do interior de embalagens e indicam aos consumidores as condições de frescor de alimentos por meio de dados colorimétricos ou eletrônicos (GREGOR-SVETEC, 2018).

Os principais dispositivos inteligentes comercializados são os indicadores diretos e os passivos. Indicadores diretos são dispositivos capazes de detectar a exposição dos alimentos a condições inadequadas de armazenamento, que promovem a elevação de metabólitos, tais como ácido, gás de amônia, dióxido de carbono, etileno e oxigênio, no interior da embalagem, os quais são associados ao amadurecimento ou deterioração de alimentos (SOLTANI FIROUZ; MOHI-ALDEN; OMID, 2021). Por meio de mudanças colorimétricas ou da textura das embalagens, indicadores de tempo-temperatura e frescor fornecem alertas ao consumidor em relação a qualidade e segurança no consumo de alimentos embalados (LLOYD; MIROSA; BIRCH, 2018; YONG; LIU, 2020). Por outro lado, dispositivos inteligentes passivos dispõe de informações referentes ao rastreamento e rastreabilidade do produto a partir da inserção de códigos de identificação ou dispositivos na embalagem de alimentos, tais como os indicadores por radiofrequência (BHARGAVA *et al.*, 2020; PREDIGER; SILVEIRA; FREITAS, 2016).

Embalagens inteligentes podem ser desenvolvidas com o uso de enzimas, corantes sintéticos e pigmentos naturais, sendo este último o mais estudado devido ao seu baixo custo e compatibilidade biológica (KALPANA *et al.*, 2019). Ainda, a incorporação de compostos indicadores em filmes flexíveis biodegradáveis produzidos a partir de fontes agrícolas está expandindo, possibilitando o desenvolvimento de materiais atóxicos, economicamente viáveis e sustentáveis (BHARGAVA *et al.*, 2020; SOLTANI FIROUZ; MOHI-ALDEN; OMID, 2021). Neste contexto de redução no uso de compostos sintéticos, os corantes naturais vêm sendo amplamente explorados. Dentre os corantes naturais utilizados no desenvolvimento de filmes para embalagem de alimentos, estão as antocianinas, curcumina e betalaína, que são compostos sensíveis a exposição da luz, gás e ao pH. Ao serem expostos a condições inadequadas as quais os alimentos estão susceptíveis a degradação, apresentam alteração na sua coloração. As aplicações de filmes flexíveis inteligentes incluem produtos cárneos, pescados, lácteos, entre outros. A Tabela 1 apresenta alguns corantes naturais e informações referentes ao mecanismo de ação e aplicação em embalagens inteligentes para alimentos.

Corante natural	Mecanismo de ação	Aplicação	Referência
Antocianinas	Alteração do pH e detecção de gás de amônia	Camarão, leite, peixe e cerveja	Li *et al.* (2021), Mohammadalinejhad, Almasi e Moradi (2020)
Curcumina	Detecção de gases de amônia	Camarão, peixe, aves e carne bovina	Yildiz, Sumnu e Kahyaoglu (2021), Zhai *et al.* (2020),
Betalaína	Detecção de gases de amônia	Camarão e peixe	Hu *et al.* (2020), Qin *et al.* (2020)

Tabela 1. Aplicação de corantes naturais no desenvolvimento de indicadores inteligentes

É crescente o interesse no desenvolvimento de indicadores de qualidade funcionais, atóxicos, ecológicos e de baixo custo que garantam a sustentabilidade e colaborem com a segurança alimentar (BHARGAVA *et al.*, 2020; YONG; LIU, 2020). Assim, espera-se que as indústrias alimentícias adotem a aplicação de indicadores inteligentes desenvolvidos com matérias-primas renováveis, biodegradáveis e corantes naturais, para monitoramento de produtos alimentícios, garantindo maior segurança e confiabilidade no consumo de alimentos industrializados.

2 | CONCLUSÕES

As novas tecnologias de filmes flexíveis para embalar alimentos desempenham além das funções básicas de embalagem, outras funcionalidades. Existe uma tendência crescente em utilizar recursos renováveis para o desenvolvimento destes novos materiais, incluindo proteínas, polissacarídeos, lipídios e compostos ativos naturais de plantas, frutas e outros. É importante observar que essas diferentes tecnologias podem ser combinadas em um mesmo filme flexível, através da incorporação de compostos naturais comestíveis, que apresentem bioatividades e funcionalidades, em matrizes poliméricas biodegradáveis. Desta forma, as futuras embalagens de alimentos tendem a contribuir ainda mais com a preservação dos alimentos, com a saúde dos consumidores e a sustentabilidade do meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

ALMASI, H.; GHANBARZADEH, B.; DEHGHANNYA, J.; ENTEZAMI, A. A.; KHOSROWSHAHI ASL, A. Development of a novel controlled-release nanocomposite based on poly(lactic acid) to increase the oxidative stability of soybean oil. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 31, n. 9, p. 1586–1597, 2014.

BARRETT, D. M.; BEAULIEU, J. C.; SHEWFELT, R. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: Desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, n. 5, p. 369–389, 2010.

BENBETTAÏEB, N.; KARBOWIAK, T.; BRACHAIS, C. H.; DEBEAUFORT, F. Impact of electron beam irradiation on fish gelatin film properties. **Food Chemistry**, v. 195, p. 11–18, 2016.

BHARGAVA, N.; SHARANAGAT, V. S.; MOR, R. S.; KUMAR, K. Active and intelligent biodegradable packaging films using food and food waste-derived bioactive compounds: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 105, p. 385–401, 2020.

BOLUMAR, T.; ANDERSEN, M. L.; ORLIEN, V. Antioxidant active packaging for chicken meat processed by high pressure treatment. **Food Chemistry**, v. 129, n. 4, p. 1406–1412, 2011.

BRAIN WILFER, P.; GIRIDARAN, G.; JEYA JEEVAHAN, J.; BRITTO JOSEPH, G.; SENTHIL KUMAR, G.; THYKATTUSERRY, N. J. Effect of starch type on the film properties of native starch based edible films. **Materials Today: Proceedings**, v. 44, p. 3903–3907, 2020.

CAROCHO, M.; MORALES, P.; FERREIRA, I. C. F. R. Natural food additives: Quo vadis? **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 2, p. 284–295, 2015.

CHEN, H.; WANG, J.; CHENG, Y.; WANG, C.; LIU, H.; BIAN, H.; PAN, Y.; SUN, J.; HAN, W. Application of protein-based films and coatings for food packaging: A review. **Polymers**, v. 11, n. 12, p. 1–32, 2019.

DA SILVA FILIPINI, G.; ROMANI, V. P.; GUIMARÃES MARTINS, V. Blending collagen, methylcellulose, and whey protein in films as a greener alternative for food packaging: Physicochemical and biodegradable properties. **Packaging Technology and Science**, 2020.

DE LA CABA, K.; GUERRERO, P.; TRUNG, T. S.; CRUZ-ROMERO, M.; KERRY, J. P.; FLUHR, J.; MAURER, M.; KRUIJSSEN, F.; ALBALAT, A.; BUNTING, S.; BURT, S.; LITTLE, D.; NEWTON, R. From seafood waste to active seafood packaging: An emerging opportunity of the circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 208, p. 86–98, 2019.

DOMÍNGUEZ, R.; BARBA, F. J.; GÓMEZ, B.; PUTNIK, P.; BURSAĆ KOVAČEVIĆ, D.; PATEIRO, M.; SANTOS, E. M.; LORENZO, J. M. Active packaging films with natural antioxidants to be used in meat industry: A review. **Food Research International**, v. 113, p. 93–101, 2018.

EBRAHIMI, B.; MOHAMMADI, R.; ROUHI, M.; MORTAZAVIAN, A. M.; SHOJAEE-ALIABADI, S.; KOUSHKI, M. R. Survival of probiotic bacteria in carboxymethyl cellulose-based edible film and assessment of quality parameters. **LWT - Food Science and Technology**, v. 87, p. 54–60, 2018.

EBRAHIMI, F.; RASTEGAR, S. Preservation of mango fruit with guar-based edible coatings enriched with *Spirulina platensis* and *Aloe vera* extract during storage at ambient temperature. **Scientia Horticulturae**, v. 265, p. 109258, 2020.

GREGOR-SVETEC, D. Intelligent Packaging. In: **Nanomaterials for Food Packaging**. Elsevier, 2018. p. 203–247.

HANANI, Z. A. N.; YEE, F. C.; NOR-KHAIZURA, M. A. R. Effect of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel powder on the antioxidant and antimicrobial properties of fish gelatin films as active packaging. **Food Hydrocolloids**, v. 89, p. 253–259, 2019.

HU, H.; YAO, X.; QIN, Y.; YONG, H.; LIU, J. Development of multifunctional food packaging by incorporating betalains from vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) into quaternary ammonium chitosan/fish gelatin blend films. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 159, p. 675–684, 2020.

JAMSHIDIAN, M.; TEHRANY, E. A.; DESOBRY, S. Antioxidants Release from Solvent-Cast PLA Film: Investigation of PLA Antioxidant-Active Packaging. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 6, p. 1450–1463, 2013.

KALPANA, S.; PRIYADARSHINI, S. R.; MARIA LEENA, M.; MOSES, J. A.; ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Intelligent packaging: Trends and applications in food systems. **Trends in Food Science and Technology**, v. 93, p. 145–157, 2019.

KANATT, S. R.; MAKWANA, S. H. Development of active, water-resistant carboxymethyl cellulose-poly vinyl alcohol-Aloe vera packaging film. **Carbohydrate Polymers**, v. 227, p. 115303, 2020.

KARIMI, N.; ALIZADEH, A.; ALMASI, H.; HANIFIAN, S. Preparation and characterization of whey protein isolate/polydextrose-based nanocomposite film incorporated with cellulose nanofiber and L. plantarum: A new probiotic active packaging system. **LWT - Food Science and Technology**, v. 121, p. 108978, 2020.

LI, Y.; WU, K.; WANG, B.; LI, X. Colorimetric indicator based on purple tomato anthocyanins and chitosan for application in intelligent packaging. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 174, p. 370–376, 2021.

LLOYD, K.; MIROSA, M.; BIRCH, J. **Active and intelligent packaging**. Elsevier, 2018. p. 177–182.

MOHAMMADALINEJHAD, S.; ALMASI, H.; MORADI, M. Immobilization of Echium amoenum anthocyanins into bacterial cellulose film: A novel colorimetric pH indicator for freshness/spoilage monitoring of shrimp. **Food Control**, v. 113, p. 107169, 2020.

MORILLON, V.; DEBEAUFORT, F.; BLOND, G.; CAPELLE, M.; VOILLEY, A. Factors Affecting the Moisture Permeability of Lipid-Based Edible Films: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 42, n. 1, p. 67–89, 2002.

OROZCO-PARRA, J.; MEJÍA, C. M.; VILLA, C. C. Development of a bioactive synbiotic edible film based on cassava starch, inulin, and *Lactobacillus casei*. **Food Hydrocolloids**, v. 104, p. 105754, 2020.

PARREIDT, T. S.; MÜLLER, K.; SCHMID, M. Alginate-based edible films and coatings for food packaging applications. **Foods**, v. 7, n. 10, p. 1–38, 2018.

PREDIGER, D.; SILVEIRA, S. R.; FREITAS, E. P. De. Modelo De Aplicabilidade De Sistema Rfid Para Rastreabilidade Na Indústria Alimentícia. **Revista de Sistemas e Computação**, v. 6, n. 1, p. 3–14, 2016.

QIN, Y.; LIU, Y.; ZHANG, X.; LIU, J. Development of active and intelligent packaging by incorporating betalains from red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel into starch/polyvinyl alcohol films. **Food Hydrocolloids**, v. 100, p. 105410, 2020.

RODRÍGUEZ, G. M.; SIBAJA, J. C.; ESPITIA, P. J. P.; OTONI, C. G. Antioxidant active packaging based on papaya edible films incorporated with Moringa oleifera and ascorbic acid for food preservation. **Food Hydrocolloids**, v. 103, p. 105630, 2020.

ROMANI, V. P.; HERNÁNDEZ, C. P.; MARTINS, V. G. Pink pepper phenolic compounds incorporation in starch/protein blends and its potential to inhibit apple browning. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 15, p. 151–158, 2018.

ROMANI, V. P.; OLSEN, B.; PINTO COLLARES, M.; MEIRELES OLIVEIRA, J. R.; PRENTICE, C.; MARTINS, V. G. Cold plasma and carnauba wax as strategies to produce improved bi-layer films for sustainable food packaging. **Food Hydrocolloids**, v. 108, p. 106087, 2020.

ROSYADA, A.; SUNARHARUM, W. B.; WAZIIROH, E. Characterization of chitosan nanoparticles as an edible coating material. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 230, n. 1, p. 012043, 2019.

SCHMID, M.; MÜLLER, K. Whey Protein-Based Packaging Films and Coatings. In: **Whey Proteins**. Elsevier Inc., 2019. p. 407–437.

SHARMA, P.; SHEHIN, V. P.; KAUR, N.; VYAS, P. Application of edible coatings on fresh and minimally processed vegetables: a review. **International Journal of Vegetable Science**, v. 25, n. 3, p. 295–314, 2019.

SILVA-WEISS, A.; IHL, M.; SOBRAL, P. J. A.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; BIFANI, V. Natural Additives in Bioactive Edible Films and Coatings: Functionality and Applications in Foods. **Food Engineering Reviews**, v. 5, n. 4, p. 200–216, 2013.

SOLTANI FIROUZ, M.; MOHI-ALDEN, K.; OMID, M. A critical review on intelligent and active packaging in the food industry: Research and development. **Food Research International**, v. 141, p. 110113, 2021.

SONDARI, D. Modification of Sago Starch for Edible Coating. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 543, n. 1, p. 012013, 2019.

UMARAW, P.; MUNEKATA, P. E. S.; VERMA, A. K.; BARBA, F. J.; SINGH, V. P.; KUMAR, P.; LORENZO, J. M. Edible films/coating with tailored properties for active packaging of meat, fish and derived products. **Trends in Food Science and Technology**, v. 98, p. 10–24, 2020.

VILELA, C.; KUREK, M.; HAYOUKA, Z.; RÖCKER, B.; YILDIRIM, S.; ANTUNES, M. D. C.; NILSEN-NYGAARD, J.; PETTERSEN, M. K.; FREIRE, C. S. R. A concise guide to active agents for active food packaging. **Trends in Food Science and Technology**, v. 80, p. 212–222, 2018.

WU, F.; MISRA, M.; MOHANTY, A. K. Challenges and new opportunities on barrier performance of biodegradable polymers for sustainable packaging. **Progress in Polymer Science**, v. 117, n. 20, p. 101395, 2021.

YILDIRIM, S.; RÖCKER, B.; PETTERSEN, M. K.; NILSEN-NYGAARD, J.; AYHAN, Z.; RUTKAITE, R.; RADUSIN, T.; SUMINSKA, P.; MARCOS, B.; COMA, V. Active Packaging Applications for Food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 1, p. 165–199, 2018.

YILDIZ, E.; SUMNU, G.; KAHYAOGLU, L. N. Monitoring freshness of chicken breast by using natural halochromic curcumin loaded chitosan/PEO nanofibers as an intelligent package. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 170, p. 437–446, 2021.

YONG, H.; LIU, J. Recent advances in the preparation, physical and functional properties, and applications of anthocyanins-based active and intelligent packaging films. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 26, p. 100550, 2020.

YONG, H.; WANG, X.; ZHANG, X.; LIU, Y.; QIN, Y. Effects of anthocyanin-rich purple and black eggplant extracts on the physical, antioxidant and pH-sensitive properties of chitosan film. **Food Hydrocolloids**, v. 94, p. 93–104, 2019.

ZHAI, X.; WANG, X.; ZHANG, J.; YANG, Z.; SUN, Y.; LI, Z.; HUANG, X.; HOLMES, M.; GONG, Y.; POVEY, M.; SHI, J.; ZOU, X. Extruded low density polyethylene-curcumin film: A hydrophobic ammonia sensor for intelligent food packaging. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 26, p. 100595, 2020.

ZHANG, X.; LIU, Y.; YONG, H.; QIN, Y.; LIU, J.; LIU, J. Development of multifunctional food packaging films based on chitosan, TiO2 nanoparticles and anthocyanin-rich black plum peel extract. **Food Hydrocolloids**, v. 94, p. 80–92, 2019.

ZUBAIR, M.; ULLAH, A. Recent advances in protein derived bionanocomposites for food packaging applications. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 60, n. 3, p. 406–434, 2020.

CAPÍTULO 4

ONDE ESTÁ MEU COPO DE CERVEJA?: A TRAJETÓRIA DA POLÍTICA DE TRIBUTAÇÃO DE CERVEJA, A ORGANIZAÇÃO DE REPRESENTAÇÃO DO PODER NO SETOR E AS POSSÍVEIS COMPARAÇÕES E PROJEÇÕES ENTRE O BRASIL E EUA

Data de aceite: 01/10/2021
Data de Submissão: 05/07/2021

Eduardo Fernandes Marcusso
Graduado em Geografia (UNESP/Rio Claro), Mestre em Sustentabilidade na Gestão Ambiental (UFSCar/Sorocaba) e Doutor em Geografia (UnB). Geógrafo do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Brasília – Distrito Federal
http://lattes.cnpq.br/6847844203846677

Esse estudo foi construído e expandido a partir da tese de doutorado intitulada: **Da cerveja como cultura aos territórios da cerveja**: uma análise multidimensional, defendida em 2021 na UnB.

RESUMO: A indústria da cerveja no Brasil e nos EUA tiveram grande crescimento e contaram com diversas movimentações de pequenos e grandes cervejarias para se organizar e lutar por seus interesses. Diante dessa perspectiva o trabalho foca no entendimento do poder envolvido na relação entre a indústria da cerveja e o governo, seus desdobramentos na política tarifária e no impacto desse processo na distribuição e representatividades das cervejarias pelos dois países. A metodologia buscou em fontes oficiais, sites especializados e de entidades e revisão bibliográfica informações para sustentar a conclusão do estudo que versa sobre o poder da organização das cervejarias para para alterar a política tarifária da cerveja, que ocorreu de diferentes formas nos dois países. Por fim, a comparação entre os dois países mostrou os limites e aproximações possíveis entre os mercados de cerveja brasileiro e norte-americano.

PALAVRAS-CHAVE: Cerveja; Poder; Política Tributária e Lobby

WHERE IS MY BEER GLASS?: THE TRAJECTORY OF BEER TAXATION POLICY, THE ORGANIZATION OF REPRESENTATION OF POWER IN THE SECTOR AND POSSIBLE COMPARISONS AND PROJECTIONS BETWEEN BRAZIL AND THE USA

ABSTRACT: The beer industry in Brazil and the USA had great growth and had several movements of small and large breweries to organize and fight for their interests. From this perspective, the work focuses on understanding the power involved in the relationship between the beer industry and the government, its implications for tariff policy and the impact of this process on the distribution and representation of breweries in both countries. The methodology sought information from official sources, specialized websites and entities and bibliographic review to support the conclusion of the study that deals with the power of the organization of breweries to change the beer tariff policy, which occurred in different ways in both countries. Finally, the comparison between the two countries showed the limits and possible approximations between the Brazilian and North American beer markets.

KEYWORDS: Beer; Power; Tax Policy and Lobby

1 I INTRODUÇÃO

As relações de poder no setor cervejeiro acompanham a formação dessa atividade no Brasil, nos EUA e no mundo, estabelecendo as disputas e acordos entre cervejeiros, cervejarias e entre estes e o Estado. A partir desse panorama este trabalho buscar analisar como as grandes e pequenas cervejarias se articularam para defender seus interesses e influenciar na política tarifária impactando no mercado de cerveja brasileiro e norte-americano, bem como estabelecer a possíveis comparações e projeções.

A metodologia empregada partiu da revisão bibliográfica específica da evolução da atividade cervejeira nos dois países para estruturarmos as dinâmicas de representação e poder do setor, a fim de compreender as movimentações em torno do associativismo e da interlocução com o Estado na política tarifária em relação da cerveja. Para os dados de produção e número de cervejarias foram utilizados a revisão bibliográfica específica no Brasil (SUZIGAN, 1975, IBGE e IPEADATA) dados oficiais do MAPA (BRASIL, 2019, 2020) e do Relatório Anual de Informações Sociais – RAIS. Nos EUA foram utilizados dados da produção mundial pelo Relatório Barth-Haas que traz dados da produção de lúpulo e volume mundial de produção de cerveja (BARTH HAAS, 2020) e o site da instituição de representação da *craftbeer* o *Brewers Association*. Para comparação foram utilizados dados demográficos do IBGE, já as normativas sobre tributação de bebidas foram obtidas por meio do acesso as mesmas no site do planalto e do congresso americano.

Esse caminho metodológico conduziu a constatação que as grandes empresas brasileiras sentindo a forte concorrência que as pequenas empresas ainda provocavam até meados da primeira metade do século XX se articularam para promover uma organização institucional que pressionasse o governo federal para alteração da política tarifária do mercado de cerveja no país, a fim de, a partir de um discurso de qualidade e importância do seu tipo de cerveja, eliminar a diferenciação tributária em relação as pequenas cervejarias e vigorar como plenas no mercado Brasileiro. Nos EUA a lei seca conduziu a formação de grandes oligopólios de cervejas claras e leves e a articulação mais recente dos pequenos produtores de cerveja resultaram em diferenciações tributárias que impactaram profundamente o setor contribuindo para a grande ascensão do número de cervejarias neste país. As comparações e projeções se mostraram exercícios válidos para verificar as aproximações e limites desse movimento lançando perguntas para pesquisas futuras sobre o tema.

Esse estudo está organizado por essa introdução com os objetivos, metodologia e resultados alcançados, a primeira seção descore sobre a organização das estruturas de poder e representação das pequenas e grandes empresas no Brasil; a segunda seção mostra como o processo de lobby e alteração da norma de tributação de cerveja no Brasil impactou o mercado cervejeiro nacional; a terceira seção traz a trajetória norte-americana da política de taxação da cerveja, a organização de poder no setor e o seu crescimento; a quarta

seção apresenta o comparativo e possíveis projeções entre os dois mercados e, por fim, as considerações finais com os achados da pesquisa.

O histórico de formação das estruturas de poder e representação no mercado de cerveja nacional

O mercado de cerveja no Brasil começa a se estruturar a partir da metade do século XIX, quando a política tarifária se altera sobretaxando os produtos importados e favorece a abertura de empresas no Brasil, sobretudo, após a proclamação da república. No final desse século a maioria dos produtores de cerveja era de Alta Fermentação – AF, já que a tecnologia de produção de cervejas de Baixa Fermentação – BF necessitada de grandes investimentos e estrutura de produção e distribuição.

Apesar das grandes cervejarias (BF) crescerem em escala e a produção nacional saltar de 0,3 milhões de hectolitros – mi hl nos anos 1900 para 6,3 mi hl da década de 1940 (SUZIGAN, 1975, IPEADATA) representando um aumento de 2100%, a concorrência das pequenas cervejarias (AF) incomodava. Esses conflitos geraram uma movimentação de associativismo no setor e em 1921, na cidade do Rio de Janeiro, um grupo de 27 cervejarias AF se uniram na Associação dos Cervejeiros de Alta Fermentação do Rio de Janeiro que atuou em combinação de preços e no lobby para sistemática de tributação em favor de sua categoria, algo que já acontecia no país a algum tempo, devido ao maior volume de vendas das cervejarias de BF e entendo que as cervejas de AF era advindas de empresas menores (MARQUES, 2014).

Contudo, a organização das grandes cervejarias (BF) seria mais efetiva em seu lobby e em 1940 é criado o Sindicato da Indústria da Cerveja de Baixa Fermentação do Rio de Janeiro, composto pelas cervejarias Antarctica e Brahma, que viria se tornar, em 1948, o Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja – SINDICERV ativo até os dias atuais (FONSECA FILHO, 2008).

A diferenciação tributária com as cervejas de BF sendo mais taxadas que as de AF ocorre desde o século XIX e veio progredindo, porém em 1948 a diferenciação de taxação entre cervejas acabou, provocando profunda desigualdades na concorrência entre as cervejarias e impactando na sobrevivência das cervejarias menores (AF). Então, cabe verificar como ocorreu a alteração tributária que favoreceu as grandes cervejarias, como isso se casa com a organização do lobby dessas empresas e como isso impactou o mercado de cerveja no Brasil.

O lobby das cervejarias na política tributária da cerveja no Brasil e suas consequências para o mercado nacional

Conforme debatido conseguimos perceber que a diferença de tributação entre as cervejarias AF e BF equilibrava as forças no mercado de cerveja no Brasil. Entretanto, a organização das grandes cervejarias e sua estrutura de lobby se mostrou mais eficiente no convencimento do governo para alterar a tributação em seu favor, alegando o tamanho do

seu impacto na economia, seu maior investimento e geração de empregos e sua qualidade superior dos produtos, uma vez que necessitava de ambiente mais limpo e organizado que as cervejarias de AF (MARQUES, 2014).

Assim as normas que vinham desde o século XIX diferenciando a taxação conforme os tipos de fermentação são eliminadas em 1948, quando ocorre a unificação da taxação, como podemos visualizar na tabela abaixo.

Ano	Tipo de Fermentação	Preço por litro	Moeda
1899	AF	$60	Rs$ - Mil Réis
	BF	$75	
1917	AF	$150	
	BF	$180	
1926	AF	$240	
	BF	$300	
1938	AF	$420	
	BF* >3,2% ABV	$540	
	BF* >3,2% ABV	$600	
1948	AF, BF e Chopp	Cr$1,2	Cr$ - Cruzeiro

Tabela 1: Evolução da tributação conforme tipo de fermentação (1899-1948)

OBS: AF: Alta Fermentação; BF: Baixa Fermentação; ABV: *Alcohol by Volume.*

Fonte: Adaptado de MARCUSSO, 2021, p. 317.

Assim, a atividade cervejeira mudou após a alteração tributária e a concorrência entre as cervejarias de AF e BF ficou favorável para as grandes cervejarias (BF), devido ao seu tamanho, investimento e alcance, tornando a operação das pequenas cervejarias de BF insustável. Apesar do apelo local das cervejarias menores e seu ambiente de comercialização junta da fábrica, o que criava uma ambiente de proximidade entre o cervejeiro e o consumidor, a questão de preços foi determinante, tendo agora, com a não diferenciação de preços, o valor das cervejas BF mais atrativos que as de AF, minando aos poucos esse modelo de cervejaria, como podemos verificar na distribuição do número de cervejarias durante o século no Brasil na figura abaixo.

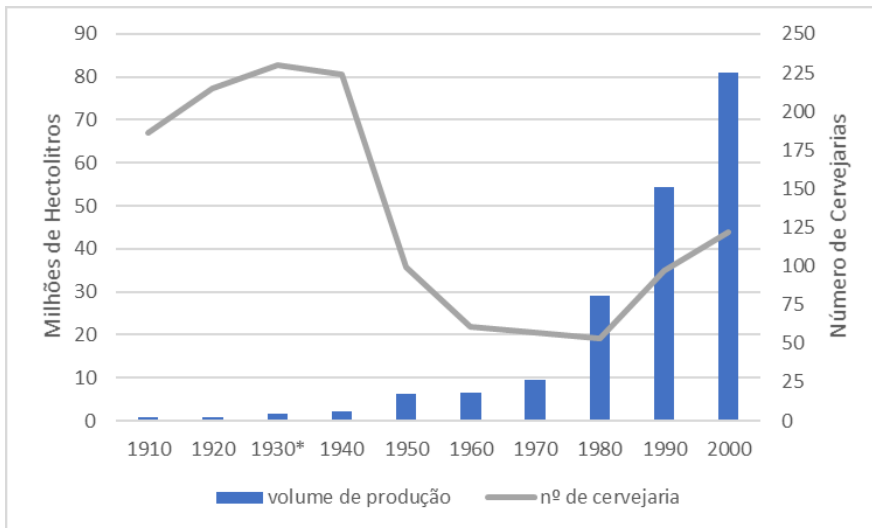



Figura 1: Evolução do número de cervejarias e volume de produção de cerveja no Brasil século XX.

OBS: O dado de número de cervejarias de 1930 é uma estimativa observando o geral.

Fonte: Adaptado de MARCUSSO, 2021, p. 318.

Fica evidente que as cervejarias de AF, apesar do seu diminuto tamanho, representavam a maioria das fábricas de cerveja no Brasil. Porém a quebra na diferenciação tributária foi um duro golpe nas pequenas cervejarias que aos poucos foi sumindo do mapa, tendo uma queda, somente entre a década de 1940 e 1950 de 66%, caindo de 224 cervejarias para apenas 99, no mesmo patamar do final do século XIX. As sucessivas quedas levam o número de cervejarias a apenas 53 na década de 1980, sendo estas em sua quase totalidade de BF. O crescimento das pequenas cervejarias só voltaria a acontecer no final do século XX com a revolução da cerveja artesanal no Brasil e no Mundo.

Nota-se também a grande evolução no volume de cerveja produzida no país no século XX. Esse crescimento, apesar de ter grande salto na década de 1970, devido ao grande investimento em maquinário e tecnologia (LIMBERGER, 2016), já começa o ponto de inflexão para uma virada ao franco crescimento da década de 1940 para 1950 com a maior variação positiva do século XX com 215% saltando de 2,0-6,3 mi hl. Foi justamente nessa época que a representação das grandes cervejarias faz lobby para alteração da tributação e se inaugura o império da cerveja de BF no país. Diante desse cenário podemos verificar como foi a trajetória americana de taxação da cerveja e seus impactos no crescimento do mercado por la.

A trajetória norte-americana da política de taxação da cerveja, a organização de poder no setor e o seu crescimento

Antes de entrarmos efetivamente na trajetória do mercado de cerveja nos EUA e sua política de taxação é importante colocar que vigorou naquele país a lei seca entre 1920, por meio da 18ª emenda à constituição americana confirmada pelo presidente Thomas Wilson, até 1933, quando o presidente Franklin Roosevelt sancionou a 21ª emenda que revogou a 18ª e acabou com a Lei Seca (McGIRR, 2016).

Teoricamente o *Prohibition Act* reduziu a zero a produção de cerveja e número de cervejarias, mas é sabido que fomentou uma grande esquema de produção ilegal, contrabando e venda clandestino, ilustrado pelo crescimento do movimento de máfia ilustrado por Al Capone, que teria movimentado milhões de dólares com esse esquema, mas só foi preso por sonegar o imposto de renda (MITTELMAN, 2008).

Esse processo de proibição impactou até nos estilos de cervejas americanas que, após o final da lei seca, foram quase em sua totalidade dominados por cervejas claras e mais leves, que podemos aqui agregar como *American Lagers.* Então, podemos observar que esse contexto ajudou a criar um mercado "pasteurizado", massificado e padronizado em relação a diversidade de cervejas.

Neste contexto, surgiu o movimento de revolução da cerveja artesanal americano como contraponto a esse cenário. Esse movimento tem como ícones das *craftbrewers* Fritz Maytag com a cervejaria Anchor Brewing Company fundada em 1965 e Jack McAuliffe com a New Albion em 1976 (OGLE, 2007). Este último ainda é oriundo do movimento dos cervejeiros caseiros, com veremos a seguir, além de outros representantes como Ken Grossman da Sierra Nevada em 1979 e Pete Slosberg da Pete's Brewing Company de 1986.

Seguindo os princípios dessa revolução temos alguns pontos de destaques: 1. Renda Crescente (são cervejas mais caras); 2. Decisão de compra (o consumidor é influenciado pelo meio); 3. Os pioneiros (primeira onda de cervejeiros que buscam Informação em países de tradição); 4. Os seguidores (segunda onda de cervejeiros que investem influenciados pelos pioneiros); 5. Divulgação em mídias diferenciadas (baixo custo de marketing, forte utilização de redes sociais e apelo ao "Beba Local"); 6. Legitimação (consolidação das cervejas artesanais por meio de informações que criam demandas); 7. Regulamentação (medidas de incentivo ao setor); 8. Disponibilidade (aumento do número de cervejarias, rede de insumos, equipamentos e pontos de distribuição, avançando na cultura cervejeira). (CARAVAGLIA; SWINNEN, 2018).

Esses princípios mostram pontos em comum da revolução da cerveja artesanal em diferentes países e podemos ver os EUA congregou diversos pontos no movimento de organização dos pequenos cervejeiros, senão vejamos. Após os pioneiros da revolução da cerveja artesanal nos EUA (3) outro importante ponto foi o movimento dos cervejeiros caseiros (6) que são a mola propulsora do aumento do número de pequenas cervejarias (8),

uma vez que cria o ambiente onde o conhecimento e a paixão levam um grupo de pessoas a investir (4). Esse processo aumenta com a divulgação e informação sobre o produto (5) que incentivam o consumidor, mesmo que mais cara que a cerveja comum (1) a comprar a cerveja artesanal (2). Em meio a esse processo existem movimento de incentivo à atividade cervejeira em crescimento (7).

Para tornar esse exemplo mais concreto temos o ano de 1978 que viu a legalização e isenção de tributação para a produção caseira de cerveja em 14 de outubro pelo presidente Jimmy Carter. Em 7 de dezembro do mesmo ano é fundado o *American Homebrewers Association* - AHA por Charles Papazian e Charlie Matzen, instituição que defende os direitos dos cervejeiros caseiros e promove a atividade, como por exemplo a primeira publicação técnica do processo produtivo *Zymurgy Magazine* em 1979. O próprio Papazian havia escrito, em 1976, aquele que é considerado a bíblia do cervejeiro caseiro nos EUA, o *The Complete Joy of Home Brewing* que foi publicado em 1983. Nesse processo temos também a primeira edição do *Great American Beer Festival* em 1982 e a criação do *Beer Judge Certification Program* – BJCP, organizada em 1985 pela AHA em conjunto com a *Home Wine and Beer Trade Association* e com autonomia em 1995 (PAPAZIAN, 2003).

O processo de representação dos pequenos cervejeiros nos EUA culmina na formação do *Brewers Association* – BA, que foi resultado da fusão, em 2005, da *Association of Brewers* - AOB com origem em 1983 em Boulder no Colorado (até hoje sede da BA) e o *Brewers Association of America* – BAA de 1941, composto por um grupo de cervejeiros regionais que durante a Segunda Guerra Mundial batalhou para que o pequenos cervejeiros recebessem uma cota justa de matéria primas racionadas na guerra, como grãos e latas (HINDY, 2020).

A organização de representação das pequenas cervejarias americanas teve efeito prático já em 1978, no mesmo ano da regulamentação da cerveja caseira e fundação do AHA, quando o código tributário federal define a cerveja artesanal pelo tamanho da produção.

> Prior to 1978, the federal excise tax on beer was $9.00/barrel. In 1978, Congress reduced the levy on small brewers to $7.00/barrel for the first 60,000 barrels produced by breweries with less than 2 million barrels in total annual sales. This was a windfall for craft brewers. At the time, no one could imagine that someday a craft brewer's output would ever approach (much less exceed) the 2-million-barrel cap (ELZINGA et al, 2015, p. 244).

Essa diferenciação criou impacto no mercado de cerveja dos EUA de forma gradativa e alterou a distribuição das cervejarias, reordenando a geografia da cerveja nos EUA. Outro fator que contribuiu nesse processo também contou com novo lobby e pressão dos cervejeiros artesanais que pressionaram e conseguiram, junto ao corte de impostos feito pelo governo dos EUA em 2017, reforço na diferenciação da taxação na produção de cervejas. Conforme o congresso americano, por meio do *The Tax Cuts and Jobs Act*, a diferenciação de taxação segue o seguinte modelo

> - $3.50 per barrel on the first 60,000 barrels for domestic brewers producing fewer than two million barrels annually;

- $16 per barrel on the first six million barrels for all other brewers and all beer importers; and
- $18 per barrel rate for barrelage over six million (BEER INSTITUTE).

Essa progressiva redução da taxação das *craftbrewers* nos EUA provoca avanço no número de cervejarias e sua fatia de mercado como podemos verificar na figura abaixo.

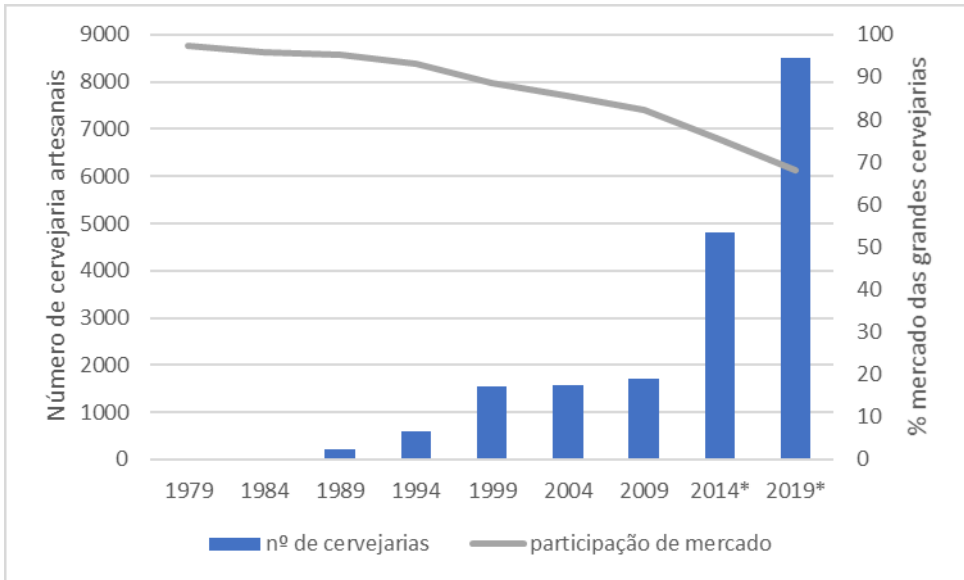



Figura 2: Evolução do número de cervejarias nos EUA e a participação de mercado das grandes cervejarias (1979-2019).

OBS: Os dados de participação de mercado das grandes cervejarias de 2014 é uma estimativa observando o geral. O dado de 2019 é uma aproximação do relatório do BA de 2020.

Fonte: Elaborado a partir de ELZINGA et al, 2015 e dados do portal Brewers Association - BA.

Fica claro que o número de cervejarias, no período analisado, tem um ritmo constante de crescimento, enquanto a participação de mercado das grandes cervejarias cai gradativamente.

A organização dos pequenos produtores de cerveja nos EUA foi fundamental para esse processo e a relação entre esse movimento e o crescimento do mercado artesanal é evidente. Observando o cenário norte-americano podemos olhar para o mercado brasileiro e fazer algumas aproximações e ponderações.

EUA X Brasil: os caminhos e limites da comparação entre seus mercados de cerveja

Frequentemente existem comparações entre o mercado de cerveja no Brasil e nos EUA, devido a algumas proximidades entre os países (território, EUA 4º maior [9,8 mi km²]

Brasil 5º maior [8,5 mi km²] e população, EUA 3º maior [327 mi hab] Brasil 6º [209 mi hab]) e a produção de cerveja (EUA 2º maior produtor mundial [210 mi hl] e Brasil 3º maior produtor [144 mi hl]) (BARTH-HAAS, 2020).

Apesar dos números próximos em relação a produção de cerveja e a curva de queda e ascensão do número de cervejarias entre os dois países um ponto é muito diferente e incide na evolução do mercado de cerveja é a renda, enquanto que nos EUA o PIB per capita, em 2019, foi de 65 mil US$, no Brasil foi de 8,7 mil US$ (IBGE, [s.d.]). Isso mostra que a pujança do crescimento do mercado norte-americano, sobretudo nos últimos 20 anos, tem forte relação com esse poder de compra, que como já vimos é o primeiro princípio da revolução da cerveja artesanal que é mais cara que a *mainstream.*

Essa ponderação é importante para olharmos os dados do mercado cervejeiro olhando o contexto de cada caso. O Brasil de hoje conta com diversas formas de organização dos pequenos produtores que vimos na década de 1970 nos EUA. Os pioneiros foram a abertura das cervejarias Ashby em Amparo – SP, em 1993, e Dado Bier, em Santa Maria - RS e a Colorado, em Ribeirão Preto – SP, em 1995. No ano de 2005 ocorreu a primeira edição do que seria o maior evento de cerveja artesanal do país o Festival Brasileiro da Cerveja, em Blumenau. Já em 2006 iniciou-se a organização dos cervejeiros caseiros no Rio de Janeiro com a fundação da primeira Associação dos Cervejeiros Artesanais – AcervA e hoje a Acerva Brasil já está presente em 20 estados da federação com suas estaduais. Em 2013, depois de algumas tentativas, é formada a associação das pequenas cervejarias que hoje leva o nome de Associação Brasileira da Cerveja Artesanal – ABRACERVA (MARCUSSO, 2021).

Como vimos, a partir das datas dos movimentos da cerveja artesanal nos dois países, o Brasil é cerca de 20 anos posterior em relação ao EUA e isso nos dá boas pistas para entender o processo de crescimento e amadurecimento desses mercados. Observando os dados de número de cervejarias nos dois países podemos verificar que a curva de crescimento dos Brasil de 1999-2019 apresenta as mesmas características, em comparação anacrónica, da curva de crescimento dos EUA de 1979-1999. Nos EUA a média de crescimento de cervejarias entre 1979-1999 é de 16%, saindo de 90 cervejarias para 1564, quanto que no Brasil a média de crescimento de 1999-2019 é de 19%, passando de 33 cervejarias para 1209.

Após esse período o crescimento dos EUA viveu uma fase de estagnação entre 1999-2009, com crescimento médio de apenas 0,6%, passando de 1564 para 1653 cervejarias. Neste período o mercado viu muitas cervejarias abertas, mas a falta de qualidade em muitas delas, o que levou a depuração do mercado nesse período. Para sair dessa estagnação o mercado apostou em cervejas extremas como as cervejas lupuladas da Dogfish Head de Sam Calagione de 1995, a Stone Brewing de Greg Koch e Steve Wagner de 1996, Russian River Company de Korbel Champagne Cellars de 1997 e a The Lost Abbey de Tomme Arthur de 2006. O período de 2009-2019 viu um crescimento médio de quase 17%, passando de 1653 para 8502 cervejarias.

A figura abaixo expressa o número de cervejarias dos EUA (1979-2019) e do Brasil (1999-2019) e também, a partir da hipótese anterior levantada, tenta deslocar a curva de crescimento do Brasil para o período de 1979-1999 para efetuar essa comparação anacrônica com os EUA.

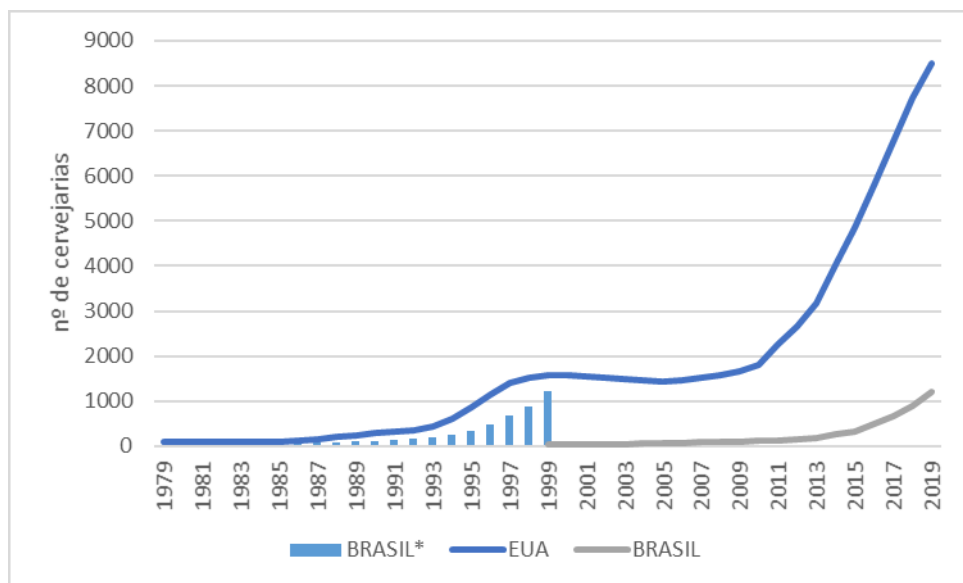



Figura 3: Comparação real e anacrônica entre os números de cervejarias Brasil X EUA.

OBS: A legenda Brasil* mostra a comparação anacrônica deslocando o crescimento tupiniquim de 1999-2019 para 1979-1999 em relação ao crescimento norte-americano.

Fonte: Elaborado a partir de BA para EUA e MAPA para o Brasil.

Como podemos notar o exercício mostra certa proximidade numérica e se a curva brasileira apresentar o mesmo comportamento e estagnar na próxima década no movimento de depuração da qualidade do mercado ficaríamos, em 2029, com 1281 cervejarias e em 2039 com 3420 cervejarias. Dados mais recentes do MAPA apontam para outra direção observando o crescimento médio no Brasil de 1999-2019 de 19% de 2009-2019 de 26% e de 2015-2019 de 36%. A partir desses dados foram feitas projeções com um crescimento retilíneo com essas faixas de crescimento, levando o número de cervejarias em 2025, no primeiro cenário de 19% para 3433, no segundo cenário de 26% para 4838 e no terceiro cenário de 36% para 7504 (BRASIL, 2019). Contudo, essa projeção não leva em conta os cenários e variáveis, apenas a frieza dos dados. Já publicação de 2020 já aferiu o número de cervejarias no Brasil para 1383 (BRASIL, 2020), ficando entre a projeção comparada com os EUA e do MAPA, mostrando que não há modelo infalível em projeções.

Talvez a queda no ritmo de crescimento no Brasil não tenha o grau de estagnação que foi apresentado nos EUA, já que estamos num período de maior difusão de conhecimento

e tecnologias, mas também não acompanhe a disparada no número de cervejarias que os norte-americanos tiveram a partir de 2010, quando saíram de 1813 cervejarias para 8840 com os dados mais recentes do BA para 2020. Essa projeção se deve pelo fato do Brasil não ter a política atrativa de taxação de cerveja e nem o poder de compra dos *yankees.*

2 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Onde está meu copo de cerveja? O título do estudo faz uma provocação para olhar onde a política de taxação da cerveja conduz o mercado de cerveja no Brasil e nos EUA e a primeira constatação é que os movimentos de organização de poder das grandes e pequenas cervejarias são cruciais para a alteração dessa política de tributação de cerveja e tem relação direta com o desenvolvimento do mercado cervejeiro.

No Brasil vimos que os impactos foram negativos em relação a diversidade, já que o fim da diferenciação de taxação entre as cervejarias de AF e BF, influenciados pelo lobby das grandes cervejarias, sobretudo por meio do SINDCERV, provocou a derrocada das pequenas cervejarias que viram seu número despencar a partir de 1950 e só retomaram seu patamar no final do século XX com revolução da cerveja artesanal. As grandes cervejarias, por outro lado, viveram um forte avanço no seu poder de representação, no seu volume de produção e construíram o império das cervejas de BF no Brasil.

Já nos EUA vimos que a organização dos pequenos produtores de cerveja, sobretudo do BA e AHA, foi fundamental para diferenciação de taxação entre tamanhos de cervejaria e colaborou com a grande expansão do setor, sobretudo após 1979, e alcançando quase 9 mil cervejarias em 2020.

A comparação entre os mercados cervejeiros dos EUA e do Brasil se mostrou válida pelos parâmetros utilizados, observância dos diferentes contextos e tabulação dos dados. Já as projeções se colocam em um terreno mais nebuloso, já que sabemos que qualquer exercício de projeção tem falhas e, geralmente, não se concretizam devido ao universo de variáveis que não são possíveis de controle, como por exemplo, a pandemia do COVID-19 que acabou com qualquer projeção antes feita. Outro exemplo de variáveis não controladas, no caso do Brasil, é a discussão da reforma tributária que tem linhas que falam em até aumentar o imposto para bebidas alcoólicas.

Por fim, é importante destacar que a verificação das trajetórias do Brasil e dos EUA e suas comparação são interessantes para lançarmos perguntas para pesquisas futuras: a. Como seria o mercado de cerveja no Brasil hoje se a diferenciação de taxação da década de 1940 entre cervejas (AF x BF) fosse mantida (e adaptada)? b. Será que o Brasil começa a viver o fim da fase do primeiro crescimento (1999-2009) e estagnação com a depuração da qualidade das cervejas e cervejarias que apresentou os EUA? C. Sem a diferenciação de taxação entre pequenas e grandes cervejarias no Brasil será possível apresentar o mesmo padrão de crescimento dos norte-americanos?

Esses questionamentos mostram o quanto é urgente revisitar essa problemática, sobretudo no Brasil, para construímos um mercado de cervejas mais justo, democrática e equilibrado, ou seja, para, fazendo alusão ao título, colocarmos o copo de cerveja do lado certo.

REFERÊNCIAS

BARTH-HAAS, **BarthHaas Report 19/20**. Alemanha, 2020. Disponível: <https://www.barthhaas.com/fileadmin/user_upload/downloads/barth-berichte-broschueren/barth-berichte/englisch/2010-2020/barthhaas_report_2020_en.pdf>. Acesso em: 01/07/2021.

BRASIL. **Anuário da Cerveja 2019.** Brasília, 2019. Disponível: < https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2019/view>. Acesso em: 01/07/2021.

BRASIL. **Anuário da Cerveja 2020**. Brasília, 2020. Disponível: < https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-cervejarias-registradas-no-brasil-passa-de-1-3-mil/anuariocerveja2.pdf>. Acesso em: 01/07/2021.

CARAVAGLIA, C.; SWINNEN, J. (org.) **Economic perspectives on craft beer:** a revolution in the global beer industry. Switzerland: Springer, 2018.

ELZINGA, K. G.; TREMBLAY, C. H.; TREMBLAY, V. J. **Craft Beer in the United States**: History, Numbers, and Geography. Journal of Wine Economics, Volume 10, Number 3, 2015, Pages 242–274. DOI:10.1017/jwe.2015.22.

FONSECA FILHO, L. R. C. da. **História, Política e Cerveja**: a trajetória do lobby da indústria da cerveja. Dissertação (Mestrado em Ciência Política) Universidade de São Paulo, 2008.

HINDY, S. Brewers Association. In: OLIVER, G. **O Guia Oxford da Cerveja**. São Paulo: Blucher, 2020.

LIMBERGER, S. **Estudo geoeconômico do setor cervejeiro no Brasil**: estruturas oligopólicas e empresas marginais. Tese (doutorado em Geografia) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MARCUSSO, E. F. **Da cerveja como cultura aos territórios da cerveja: uma análise multidimensional.** Tese (Doutorado em Geografia) Universidade de Brasília, 2021.

MARQUES, T. C. de N. **Cerveja e a cidade do rio de janeiro**: de 1888 ao início dos anos 1930. Brasília-DF: Editora Unb, 2014.

McGIRR, L. **The War on alcohol**: prohibition and the rise of the american state. USA: W.W. Norton & Company Inc. 2016.

MITTELMAN, M. **Brewing battles**: a history of American beer. USA: Alogra Publishing, 2008.

OGLE, M. **Ambitious Brew**: The story of american beer. Washington-PA, USA: Harvest Books, 2007.

PAPAZIAN, C. **The complete joy of homebrewing**. USA: First Quikk HarperResourse Edition, 2003.

SUZIGAN, W. **Indústria brasileira**: Origem e Desenvolvimento. São Paulo: Brasiliense, 1975.

SITES CONSULTADOS:

AMERICAN HOMEBREWERS ASSOCIATION. < https://www.homebrewersassociation.org/homebrewing-rights/statutes/>

BREWERS ASSOCIATION. < https://www.brewersassociation.org/>

BEER INSTITUTE. <https://www.beerinstitute.org/beer-policy/legislative-policy/excise-tax/>

CONGRESSO AMERICANO. <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/1>

IBGE. <https://paises.ibge.gov.br/#/mapa>

IPEADATA. < http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>

CAPÍTULO 5

PROMOÇÃO DA ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL ATRAVÉS DO ENSINO DE CIÊNCIAS UTILIZANDO A LUDICIDADE

Data de aceite: 01/10/2021
Data de submissão:03/09/2021

Gracielle De Andrade Alves
Universidade de Pernambuco Campus Petrolina
Programa de Pós-Graduação em Formação de Professores e Práticas Interdisciplinares (PPGFPPI)
Petrolina - Pernambuco (PE)
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6546-2685

Antonio Alves Dos Santos
Universidade de Pernambuco Campus Petrolina, nutrição
Petrolina - Pernambuco (PE)
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2800-2759

Anny Micaeli Macedo Sousa
Universidade de Pernambuco Campus Petrolina, nutrição
Petrolina - Pernambuco (PE)
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4818-2371

Camila Cavalcante Souza
Universidade de Pernambuco Campus Petrolina, nutrição.
Petrolina - Pernambuco (PE).
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0124-3402

Cristhiane Maria Bazílio De Omena Messias
Universidade de Pernambuco Campus Petrolina, nutrição
Programa de Pós-Graduação em Formação de Professores e Práticas Interdisciplinares (PPGFPPI)
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1991-0376

RESUMO: O presente estudo buscou investigar os conhecimentos alimentares dos educandos na disciplina de Ciências, com a perspectiva de contribuir com ensino-aprendizagem, promovendo um novo olhar nas suas práticas pedagógicas através de abordagem interdisciplinar. Para o desenvolvimento da pesquisa, o estudo ocorreu de acordo com a Base Qualitativa, sendo implementadas estratégias de investigação, tais como: identificação da escola, aplicação de questionários aos docentes e discentes, entrevistas, escolha e análise de material bibliográfico. Visando melhorias no processo de ensino-aprendizagem sobre o assunto referido, a pesquisa teve como mecanismo a utilização de jogos educativos, relacionando-os aos conteúdos explanados, com o intuito de melhorar a metodologia dos docentes em sala de aula, bem como proporcionar ao discente uma melhor compreensão e assimilação sobre a abordagem do conteúdo alimentação saudável. Foi possível concluir a eficácia da aplicação de jogos na abordagem do conteúdo citado, pois os discentes interagiram, compreenderam e aprenderam de forma diferenciada, com o auxílio de uma ferramenta lúdica. Portanto, nota-se a necessidade de desenvolver uma melhoria de métodos educacionais que instiguem nos discentes não somente a aprendizagem no momento escolar, mas que eles possam ir além dos conceitos empregados acerca da alimentação, em uma perspectiva de fazerem a diferença como cidadãos pensantes e críticos no mundo em que vivem, possibilitando a eles um

estilo de vida mais saudável considerando o conhecimento adquirido no espaço escolar.
PALAVRAS-CHAVE: Interdisciplinaridade; Docente; Alunos.

PROMOTION OF HEALTHY EATING THROUGH SCIENCE TEACHING USING PLAYFULNESS

ABSTRACT: The present study sought to investigate the dietary knowledge of students in the Science discipline, with the perspective of contributing to teaching-learning, promoting a new look at their pedagogical practices through an interdisciplinary approach. For the development of the research, the study took place according to the Qualitative Base, with investigations being implemented, such as: identification of the school, application of questionnaires to teachers and students, identification, choice and analysis of bibliographic material. Aiming at improvements in the teaching-learning process on the aforementioned subject, the research had as a mechanism the use of educational games, relating them to the explained contents, in order to improve the methodology of teachers in the classroom, as well as provide the student a better understanding and assimilation of the healthy eating content approach. It was possible to achieve the effectiveness of the application of games in addressing the aforementioned content, as the students interacted, understood and learned in a different way, with the help of a playful tool. Therefore, there is a need to develop an improvement in educational methods that instigate in students not only learning at school, but that they can go beyond concepts about food, in a perspective of making a difference as thoughtful employees and thank you in the world they live in, enabling them to have a healthier lifestyle considering the knowledge acquired in the school environment.
KEYWORDS: Interdisciplinarity; Teacher; Students.

1 | INTRODUÇÃO

O amplo campo da disciplina de Ciências vem avançando significativamente e instigando cada vez mais os docentes a acompanhar o seu ritmo, em virtude da grande variedade de informações que são constantemente correlacionadas aos fatos cotidianos, que, por sua vez, despertam nos envolvidos o posicionamento diante de importantes decisões entre a área educacional e a da saúde, melhorando a qualidade de vida dos envolvidos e consequentemente da família e comunidade (BIRCH,1998).

Partindo desta premissa, é fundamental transformar os conteúdos em vivência, pois a maioria dos jovens nos anos finais do Ensino Fundamental II não consegue identificar as utilidades das aulas e são poucos os que conseguem relacionar o que veem em sala de aula com a vida cotidiana. Deste modo, a área educacional não pode ficar alheia a essas constantes transformações, pois, o desafio a ser enfrentado nos tempos atuais diz respeito à educação voltada para o futuro. Isso aponta para o fato de que aquilo que é desenvolvido em sala de aula não deve ser feito somente para a sala de aula, mas para toda a vida do educando (NANNI, 2004).

Visando reverter à problemática citada, é extremamente fundamental reconhecer

as dificuldades em ministrar alguns conteúdos de Ciências, como, por exemplo, a forma impositiva do professor em repassá-los. Por isso Friedmann (1996) afirma que para ocorrer uma aprendizagem satisfatória, cabe ao professor conhecer várias técnicas e recursos distintos para ser mantenedor de diferenciadas metodologias.

Essas técnicas, por sua vez, trazem como reflexão que é necessário educar para a saúde, levando em consideração todos os aspectos envolvidos na possível formação de hábitos, bem como na de atitudes que sejam desenvolvidas no dia a dia da escola (PCN, 1996). Uma das formas de trabalhar o ensino de Ciências de maneira mais próxima à realidade dos educandos pode ser através do uso de instrumentos do seu cotidiano, instigando a assimilação com maior êxito do conteúdo abordado em sala (SOARES, 2004).

Nesse sentido, uma abordagem lúdica-didática com a perspectiva voltada para a educação alimentar, pode atuar numa significativa transformação e inovação do processo de ensino aprendizagem. Sendo uma ferramenta de apoio para o desenvolvimento da informação, observação e correlação dos mais diversificados conhecimentos adquiridos em sala de aula associados ao cotidiano do aluno, levando o mesmo a compreender, perceber e aprender (DAVANÇO; TADDEI; GAGLIANONE, 2004).

A escola tem o papel de estimular os indivíduos, em diversas fases da vida, para tomar inúmeras decisões a partir do que é aprendido, sendo que assuntos relacionados à alimentação equilibrada e seus benefícios parecem ser pouco explorados no ambiente escolar. Experiências inovadoras e precoces com os alimentos na infância e sua interação constante com estes podem determinar hábitos e preferências saudáveis quando o indivíduo se torna adulto (SOARES, 2004).

Assim, noções de nutrição são importantes para a promoção da saúde, bem como para a prevenção de doenças que estão relacionadas às escolhas alimentares, muitas vezes inadequadas. Tais noções devem estar presentes na abordagem escolar como mais assiduidade e profundidade, pois a escola não é apenas um espaço físico projetado para educar e transmitir saberes; constitui-se, principalmente, em um espaço de aprendizagens, onde os alunos podem relacionar sua aprendizagem a inúmeras outras situações que ocorrem na sociedade que eles estão inseridos (OLIVEIRA, 2003).

As questões acerca da alimentação percorrem todas as áreas do conhecimento e devem ser discutidas de forma integral, por meio da articulação entre as diversas disciplinas curriculares ofertadas, com o propósito de despertar sobre a importância da interdisciplinaridade, a integralidade do ensino, e a promoção da educação para a saúde (BRASIL, 2013).

O ensino de ciências paralelamente com a educação alimentar favorece o esclarecimento das informações acerca da alimentação e nutrição, estimulando mudanças nas práticas alimentares a curto e longo prazo, principalmente quando realizadas de forma lúdica (TOASSA et al., 2010; VALE, OLIVEIRA, 2016).

Nesse sentido, verifica-se a importância do professor, como agente fundamental no

processo de promoção da saúde e prevenção de doenças, justamente por se encontrar em contato diário com os alunos, dando estrutura ao aprendizado, orientando e ajudando a estudar e aprender (ROCHA; FACINA, 2017; DAVANÇO; TADDEI; GAGLIANONE, 2004).

2 I METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de base qualitativa, realizado em quatro escolas da rede pública e privada da região do Vale do São Francisco (Petrolina – Pernambuco), no qual participaram 08 professores de Ciências e 280 discentes (número estimado) do 8º ano do Ensino Fundamental II, com faixa etária entre treze e quatorze anos, onde foi aplicado questionários aos docentes e discentes, finalizada com a aplicação dos jogos educativos descritos em forma de manual, denominado de 'Manual de Jogos sobre Alimentação Saudável'.

As entrevistas com a comunidade escolar foram realizadas nas quatro escolas, onde se aplicou aos docentes um questionário composto por questões objetivas e subjetivas voltadas para as práticas do ensino atual de Ciências em relação à alimentação saudável, tendo o intuito de analisar com maior riqueza de detalhes como eles desenvolvem seus planos de aulas, metodologias, atividades e avaliações na disciplina de Ciências sobre a temática, no qual continha sete questões, sendo cinco objetivas e duas subjetivas. As questões objetivas referiram-se sobre as estratégias de ensino sobre a temática alimentação saudável adotada para o desenvolvimento das aulas pelo professor, já as questões subjetivas questionavam o contexto geral, ou seja, as práticas da alimentação saudável desenvolvidas por toda comunidade educativa.

Aos discentes também se aplicou questionários e jogos lúdicos acerca do conteúdo vivenciado teoricamente em sala no primeiro semestre do ano de 2019, sobre alimentação saudável.

Apresentou-se o questionário aos alunos de forma objetiva, com perguntas diretas de fácil entendimento, as quais não apresentavam dificuldade para resolução, facilitando assim as respostas. Esses questionários foram aplicados pelo pesquisador durante a aula de ciência, na presença do professor, coordenação e equipe pedagógica, sendo necessária a presença dessa equipe para dar um maior suporte aos alunos. Após o tempo de resolução, o material foi recolhido e analisado pela pesquisadora, a mesma fez a correção das questões respondidas, visto que algumas foram deixadas em branco, e a partir daí analisou as dificuldades apresentadas e a quantidade de respostas incorretas. Posterior à coleta de dados, realizou-se a aplicação dos jogos previamente escolhidos e produzidos pelo pesquisador.

Sendo assim, a aplicação do questionário aos estudantes quanto a dos jogos elaborados ocorreram de forma unificada entre as quatro escolas envolvidas, objetivando que todos os alunos participantes sejam, de fato, os protagonistas no processo de ensino-aprendizagem.

Para tanto, os jogos elaborados e construídos atenderam aos conteúdos relevantes

do 8° ano do Ensino Fundamental para a disciplina de Ciências. Sendo assim, os conteúdos abordados foram: os alimentos e o sistema digestório; os grupos dos alimentos; tipos de nutrientes; categorização dos alimentos; rótulos dos alimentos; alimentação saudável; e alimentação e saúde. Esses conteúdos foram selecionados por serem pertinentes não apenas para os discentes e a série citada, mas para a trajetória do adolescente e sua vida adulta ao que se diz respeito à promoção da sua saúde, tanto física quanto mental.

Na oportunidade, foi proposta aos discentes envolvidos uma nova metodologia de ensino, a qual trouxe como meta principal uma melhor compreensão e fixação do conteúdo que foi trabalhado pelos docentes responsáveis pela disciplina de Ciências, no primeiro semestre do ano de 2019.

Foram aplicados nas quatro escolas pesquisadas, sete jogos: (1º) jogos das caixinhas; (2º) tabuleiro dos hábitos alimentares; (3º) quebra-cabeça da pirâmide alimentar; (4º) jogo da memória; (5º) 1, 2, 3 – REC; (6º) categorização dos alimentos; (7º) atenção, pare e siga dos rótulos alimentares. Os setes jogos aplicados foram confeccionados previamente pela pesquisadora diante da dinâmica de aulas e fluxos distintos de outros professores, caracterizados desde já, com ênfase no Ensino Fundamental II. Conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Imagens dos setes jogos educativos aplicados aos discentes do 8° ano do Ensino Fundamental II na disciplina de Ciências, Petrolina – Pernambuco, 2019.

Fonte: Autores.

De acordo com as datas/dias disponíveis, a pesquisadora aplicou os jogos e o último questionário, utilizando três semanas (01 aula por semana).

Antes da aplicação, a pesquisadora revisou o conteúdo de forma bem sucinta,

mencionava o porquê da atividade citada e, em seguida, apresentava todo o material que foi confeccionado, explicando como seria o jogo, a correlação com o conteúdo trabalhado, as regras e a pontuação das equipes, que sempre eram divididas com até 06 alunos. Cada equipe tinha um nome escolhido por eles. Este nome era colocado no quadro, a fim de descrever todas as pontuações de cada jogo aplicado por cada equipe. Ao término, somavam-se as pontuações e verificava-se a equipe vencedora.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro ponto analisado foi o protagonismo docente, bem como as reflexões sobre a prática do professor no contexto do ensino atual de Ciências no que diz respeito ao conteúdo 'alimentação saudável', equiparando-os às suas possíveis metas e estratégias, que muitas vezes podem estar estruturadas e relacionadas à sua vivência e formação, que, por sua vez, são notoriamente interligadas à prática docente no processo de ensino-aprendizagem do 8° ano/Ensino Fundamental II.

Assim, para a análise do corpo docente em questão, o questionário foi realizado em função de identificar com maior precisão o perfil dos professores participantes, ou seja, sua formação e série que atua, bem como suas metodologias para o processo de ensino-aprendizagem que dizem respeito às aulas práticas, material didático e projetos interdisciplinares voltados ao conteúdo alimentação.

Deste modo, foi possível analisar que nas escolas A (privada) e B (privada) todos os docentes são licenciados em Ciências Biológicas, atuam no 8º ano com a disciplina de Ciências, dispõem de recursos didáticos para aulas práticas envolvendo o lúdico. São professores que adotam como uma de suas estratégias de ensino o desenvolvimento de projetos interdisciplinares com o conteúdo 'alimentação saudável'.

Já os docentes das escolas C e D, respectivamente, estadual e municipal (públicas), também são licenciados em Ciências Biológicas, atuam na disciplina de Ciências – 8°ano, mas não dispõem de recursos didáticos diferenciados, principalmente para as aulas práticas sobre o conteúdo 'alimentação saudável'. Essas escolas também não apresentaram nenhum projeto interdisciplinar para o tema em questão.

Após a leitura, análise, discussão dos planos e questionário aplicado, foi possível registrar os relatos dos docentes. Os docentes da rede privada mencionaram pontos positivos como, por exemplo, o modo como é realizado o desenvolvimento dos planos de aula, aulas práticas e projetos interdisciplinares, e sua importância na aprendizagem dos discentes, enquanto que os docentes da rede pública (estadual e municipal) relataram algumas dificuldades que eles encontram para trabalhar em equipe com outros colegas, a indisponibilidade de recursos materiais e a carência de desenvolvimento de projetos interdisciplinares que, segundo eles, poderiam favorecer, com eficácia, ao processo de ensino-aprendizagem dos discentes.

De acordo com Abreu e Masetto (1990, p. 115), “é o modo de agir do professor em sala de aula, mais do que suas características de personalidade, que colabora para uma adequada aprendizagem dos alunos”. O professor deve perceber-se como ser atuante na sociedade em que vive. Sendo o docente caracterizado como um referencial que tem o poder de influenciar, ele precisa estar munido de embasamento teórico aliado à sua prática cotidiana para que possa influenciar e auxiliar os alunos a ter uma postura crítica e, assim, contribuir para a formação do indivíduo (MIRANDA, 2008).

Assim, na referida pesquisa, é explícito que as equipes de coordenação e docente reconhecem a importância do bom ensino relacionado aos hábitos da alimentação saudável. Admitindo seus pontos positivos e negativos, quanto aos métodos desenvolvidos na escola e ao conteúdo citado, e, das conversas, é notório que demonstram interesse e disponibilidade a novas práticas pedagógicas.

A outra etapa do questionário foi desenvolvida com o intuito de obter dados acerca do conteúdo ‘alimentação saudável’ no ensino de Ciências e o papel do docente nesta particularidade. Diante do processo de transição alimentar que vem acontecendo no Brasil, em decorrência das mudanças que ocorreram nos padrões alimentares, percebe-se a necessidade de desenvolver ações no sentido de melhorar a forma como os adolescentes estão se alimentando. Nesse sentido, inúmeros autores perceberam que a integração da nutrição ao ensino representa a mais eficaz forma de intervenção nutricional (PIETRUZINSKY et al., 2010).

Para facilitar esta intervenção na aprendizagem, Silva et al. (2013) indicam como relevantes os materiais pedagógicos que servem como agentes estimulantes na construção do conhecimento. Trabalhar com ferramentas lúdicas e diversificadas no desenvolvimento destas ações educativas torna-se essencial para facilitar o processo de ensino-aprendizagem no ambiente escolar com eficiência.

Em relação à segunda etapa do questionário aplicado aos discentes participantes, relata-se que na Escola A, 90% consideram eficiente a explanação do conteúdo abordado pelo professor, mencionando que quando trabalhado essa temática ocorre uma diferença nos seus hábitos alimentares, considerando também que o uso de jogos com a vertente sobre alimentação saudável é um método eficiente.

Ao observar a eficiência na explanação do professor em relação à alimentação saudável, constata-se que a Escola A apresenta o mesmo índice da Escola B. Todos os participantes citam que esse tipo de conteúdo faz diferença em suas escolhas alimentares, assim como, acreditam na metodologia do uso de jogos para se trabalhar sobre tal assunto.

Na Escola C, 65% afirmaram que a explanação do professor é eficiente sobre o conteúdo alimentação saudável. Os discentes relataram que tratar essa temática faz diferença em seus hábitos alimentares, configurando 80% (16 alunos). 90%, (18 discentes), declaram que o uso de jogos poderá trazer eficiência na aprendizagem escolar.

Na Escola D, 75% (18 alunos) citam que a explanação do professor é eficiente para

a temática alimentação saudável. Destes, 85% (21 alunos) opinam que essa abordagem faz diferença nos seus hábitos alimentares. 95% dos discentes (23 alunos) acreditam que o método dos jogos é um mecanismo de aprendizagem.

O ensino sobre questões alimentares é articulado à educação nutricional, que visa ampliar o conhecimento dos indivíduos para que possam escolher alimentos mais saudáveis para sua alimentação. Os adolescentes, por estarem iniciando um processo de afirmação da sua identidade alimentar, representam um grupo ávido por informações (SILVA et al., 2013; TORAL, CONTI e SLATER, 2009).

Assim, o oferecimento de novas informações a estes indivíduos sobre alimentação e nutrição auxilia na promoção da ampliação do conhecimento que poderá resultar em melhorias no comportamento alimentar, favorecendo não apenas a manutenção como também a recuperação do estado nutricional (SILVA et al., 2013).

A escola, segundo Lima et al. (2014), portando-se como promotora de saúde, deve permitir aos seus professores e alunos a aquisição de conhecimentos, habilidades e competências para que possam pôr em prática o que foi construído, permitindo aos sujeitos a opção por estilos de vida mais saudáveis.

Após a aplicação dos jogos, retornou-se a todas as escolas para a aplicação do questionário 'Pós Jogos' para averiguar o nível de satisfação e aprendizagem por parte dos discentes participantes.

Sobre o uso de jogos nas aulas de Ciências como um recurso didático sobre o conteúdo alimentação saudável, na Escola A, 90% acreditam na eficiência desta ferramenta pedagógica. 95% dos alunos citaram que gostariam que o seu professor de Ciências, utilizasse esta metodologia nas suas aulas, pois 90% dos alunos acreditam que esta técnica melhora a sua aprendizagem. Em relação aos 07 jogos aplicados, 100% dos discentes participantes optaram pelo "Jogo das Caixinhas" como o preferido.

Na Escola B, sobre o uso de jogos nas aulas de Ciências como um recurso didático sobre o conteúdo alimentação saudável, dos 25 alunos participantes, 90% acreditam na eficiência desta ferramenta pedagógica. Assim, 95% dos alunos citaram que gostariam que o seu professor de Ciências utilizasse esta metodologia nas suas aulas, pois 100% dos alunos declararam que esta técnica melhora a sua aprendizagem. Em relação aos 07 jogos aplicados, 100% dos discentes participantes optaram pelo "Jogo das Caixinhas" como o preferido.

Por sua vez, na Escola C, quando foram questionados sobre o uso de jogos nas aulas de Ciências como um recurso didático para abordar o conteúdo alimentação saudável, 95% acreditam na eficiência desta ferramenta pedagógica. Assim, 100% dos alunos citaram que gostariam que o seu professor de Ciências utilizasse esta metodologia nas suas aulas, pois 100% dos alunos opinaram que esta técnica melhora a sua aprendizagem.

Em relação aos 07 jogos aplicados, 100% dos discentes participantes optaram pelo "Jogo das Caixinhas" como o preferido. Quando questionados sobre o uso de jogos nas aulas

de Ciências como um recurso didático do docente no que diz respeito ao conteúdo alimentação saudável, na Escola D, 95% acreditam na eficiência desta ferramenta pedagógica.

Sendo assim, 100% dos alunos citaram no questionário aplicado que gostariam que o seu professor de Ciências utilizasse esta metodologia nas suas aulas, pois, dos discentes participantes, 100% acreditam que esta técnica melhora a sua aprendizagem. Em relação aos 07 jogos aplicados, 100% dos discentes participantes optaram pelo "Jogo das Caixinhas" como o preferido.

Os materiais lúdicos, assim como outros recursos didáticos, possuem algumas limitações relacionadas à sua construção ou uso. Admitindo tais limitações, é possível averiguar seu potencial na promoção do diálogo, na qual é necessário na construção de conhecimentos, contribuindo assim, no desenvolvimento de atitudes saudáveis de forma responsável e que podem modificar uma realidade local (MEIRELLES et al., 2017).

4 I CONCLUSÃO

É imprescindível aos docentes responsáveis pela disciplina de Ciências do 8° ano/ Ensino Fundamental II das escolas estudadas o uso de novas metodologias para abordar o conteúdo alimentação saudável, visando uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem, bem como promover benefícios futuros quanto aos hábitos alimentares dos alunos.

Assim, é preciso desenvolver uma melhoria de métodos educacionais que instiguem nos discentes não somente a aprendizagem no momento escolar, mas que eles possam ir além, dos conceitos empregados acerca da alimentação, em uma perspectiva de fazerem a diferença como cidadãos pensantes e críticos no mundo em que vivem, possibilitando a eles um estilo de vida mais saudável considerando o conhecimento adquirido no espaço escolar.

REFERÊNCIAS

ABREU, Maria Celia; MASETTO, Marcos Tarciso. **O professor universitário em aula.** São Paulo: Editores Associados, 1990.

BIRCH, Leann L. **Development of food acceptance patterns in the first years of life.** Proc Nut Soc, v.57, p.617-624, 1998. Disponível em: https://www.cambridge.org/core/journals/proceedings-of-the-nutrition-society/article/development-of-food-acceptance-patterns-in-the-first-years-of-life/BA4E8F2C6BD21F90FFA4C9C2E3AE42D7. Acesso em: 15 mai. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação.** Brasília, 2013.

DAVANÇO, Giovana Mochi; TADDEI, José Augusto de Aguiar Carrazedo; GAGLIANONE, Cristina Pereira. **Conhecimentos, atitudes e práticas de professores de ciclo básico, expostos e não expostos a curso de educação nutricional.** Revista de Nutrição, Campinas, v. 17, n. 2, p.177-184, abr./jun. 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rn/a/7H8fnTp3ZDYhtnzT5dJ5NJM/abstract/?lang=pt. Acesso em: 15 mai. 2021.

FRIEDMANN, Adriana. **Brincar: crescer e aprender o resgate do jogo infantil.** São Paulo: Moderna, 1996.

LIMA, Ana Paula Santos et al. **O ensino multidisciplinar como estratégia pedagógica para melhoria do conhecimento nutricional de estudantes do ensino fundamental.** Revista Ciências & Ideias, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 67-82, jan./abr. 2014.

MARGARETH, Xavier da Silva et al. **Abordagem lúdico-didática melhora os parâmetros de educação nutricional em alunos do ensino fundamental.** Ciências & Cognição, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 136-148, ago./out. 2013.

MARGARETH, Xavier da Silva et al. **Projeto piloto: considerações de alunos do ensino fundamental sobre método de educação alimentar.** Em Extensão, Uberlândia, v. 12, n. 2, p. 51-64, jul./dez. 2013.

MEIRELLES, Roseane Moreira Silva et al. **Jogos sobre Educação e Saúde: limites e possibilidades.** Enseñanza de las ciencias, p. 5079-5085, set. 2017. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/24_-_Jogos_sobre_educacao_em_saude.pdf. Acesso em: 26 jun. 2021.

MIRANDA, Simão. **No fascínio do jogo, a alegria de aprender.** Ciência Hoje, v. 28, p. 64- 66, 2001.

NANNI, Reginaldo. **A natureza do conhecimento científico e a experimentação no ensino de Ciências.** Revista Eletrônica de Ciências, n. 26, mai. 2004. Disponível em: http://seer.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/1390/763. Acesso em: 21 abr. 2021.

OLIVEIRA, Cecilia L.; FISBERG, Mauro. **Obesidade na infância e adolescência – uma verdadeira epidemia.** Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, São Paulo, v. 47, n. 2, abr. 2003. Disponível em https://www.scielo.br/j/abem/a/DJnZ8PhntzYgBrwXYqRGtqn/?lang=pt. Acesso em: 26 abr. 2021.

PIETRUSZYNSKI, Ellen Beatriz et al. **Práticas pedagógicas envolvendo a alimentação no ambiente escolar: apresentação de uma proposta.** Revista Teoria e Prática da Educação, v. 13, n. 2, p. 223-229, maio/ago. 2010. Disponível em: https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/TeorPratEduc/article/view/15348. Acesso em: 03 jun. 2021.

ROCHA, Aline Santos; FACINA, Barbosa Facina. **Professores da rede municipal de ensino e o conhecimento sobre o papel da escola na formação dos hábitos alimentares dos escolares.** Ciência & Educação, Bauru, v. 23, n. 3, p. 691-706, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ciedu/a/W3TxRpcFSvVt7BsH9MBRPGx/?format=html&lang=pt. Acesso em: 13 jun. 2021.

SOARES, José Francisco. **O efeito da escola no desempenho cognitivo de seus alunos.** Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, v. 2, n. 2, 2004. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1065065. Acesso em: 12 dez. 2020.

TOASSA, Erika Christiane et al. **Atividades lúdicas na orientação nutricional de adolescentes do Projeto Jovem Doutor.** Nutrire, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 17-27, dez. 2010. Disponível em: https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-577658. Acesso em: 22 jan. 2021.

TORAL, Natacha; CONTI, Maria Aparecida; SLATE, Betzabeth. **A alimentação saudável na ótica dos adolescentes: percepções e barreiras à sua implementação e características esperadas em materiais educativos.** Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 25, n.11, p. 2386-2394, nov. 2009. Disponível em: Acesso em: https://www.scielo.br/j/csp/a/hFRdNXQhN7hf9rKdWrFDwxL/abstract/?lang=pt. 26 jan. 2021.

VALE, Lucimar Ramos; OLIVEIRA, Maria de Fátima. **Atividades lúdicas sobre educação nutricional como incentivo à alimentação saudável.** PRÁXIS, v. 8, n. 1, dez. 2016. Disponível em: http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/praxis/article/view/814. Acesso em: 23 fev. 2021.

CAPÍTULO 6

ESTUDO SOBRE O TEOR DE SÓDIO EM REFEIÇÕES VOLTADAS AO PÚBLICO INFANTIL EM RESTAURANTES *FAST FOOD* DA REGIÃO CENTRAL DA CIDADE DE SÃO PAULO

Data de aceite: 01/10/2021
Data de submissão: 20/09/2021.

Silvia Elise Rodrigues Henrique
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
São Paulo – SP
http://lattes.cnpq.br/8576509929211961

Erica Joselaine do Nascimento
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
São Paulo – SP
http://lattes.cnpq.br/1316328205178757

Mônica Glória Neumann Spinelli
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
São Paulo – SP
http://lattes.cnpq.br/9330175821488809

Andrea Carvalheiro Guerra Matias
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
São Paulo – SP
http://lattes.cnpq.br/9123737158149253

RESUMO: Introdução: A evolução das Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT) vêm sendo um desafio adicional à segurança alimentar e nutricional, uma vez que estas patologias já são observadas com frequência em crianças. O excesso de sal consumido por crianças tem se associado a obesidade, hipertensão e doenças cardiovasculares. os restaurantes *fast food* apresentam menus especificamente voltados para o público infantil, dando a disponibilidade de opções saudáveis limitada nestas refeições Objetivos: Discutir a qualidade nutricional de refeições voltadas ao público infantil ofertadas em restaurantes tipo *fast food* na região central da cidade de São Paulo, sobretudo no que se refere ao teor de sódio. Metodologia: Foi realizado um levantamento de todos os estabelecimentos *fast food* que apresentavam menu infantil no cardápio. Um estabelecimento por rede foi visitado e colhida a informação nutricional de sódio para os itens do cardápio: hamburguer (sanduíche completo), batatas fritas e nuggets de frango. Resultados: Os hamburgueres apresentaram média de 584 mg, os cheeseburguers 787 mg, as batatas fritas 250 mg e os nuggets 383 mg de sódio na porção. Considerando o lanche somado à porção de batata frita, o valor médio de sódio foi 944 mg de sódio com 174 mg de desvio padrão. Conclusões: Os produtos comercializados para o público infantil nas redes de fast food avaliadas, apresentam elevadas quantidades de sódio. A frequência de consumo destes produtos corrobora para o cenário de casos de doenças crônicas não transmissíveis em idades cada vez mais precoces.

PALAVRAS-CHAVE: Alimentação infantil, fast food, sódio

SODIUM CONTENT STUDY IN CHILDREN'S MEALS IN FAST FOOD RESTAURANTS IN THE CENTRAL REGION OF SÃO PAULO CITY

ABSTRACT: Introduction: The evolution of Chronic Non-Communicable Diseases (NCDs)

has been an additional challenge to food and nutrition security, since these pathologies are already frequently observed in children. Excess salt consumed by children has been associated with obesity, hypertension and cardiovascular disease. fast food restaurants have menus specifically aimed at children, giving limited availability of healthy options in these meals. Objectives: Discuss the nutritional quality of meals aimed at children offered in fast food restaurants in the central region of São Paulo, especially with regard to the sodium content. Methodology: A survey was carried out of all fast food establishments that had a children's menu on their menu. One establishment per chain was visited and nutritional information on sodium was collected for the menu items: hamburger (complete sandwich), French fries and chicken nuggets. Results: Burgers had an average of 584 mg, cheeseburgers 787 mg, French fries 250 mg and nuggets 383 mg of sodium in the portion. Considering the snack added to the French fries portion, the mean value of sodium was 944 mg of sodium with 174 mg of standard deviation. Conclusions: The products marketed to children in the evaluated fast food chains have high amounts of sodium. The frequency of consumption of these products corroborates the scenario of cases of non-communicable chronic diseases at increasingly early ages.
KEYWORDS: Infant feeding, fast food, sodium

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente as crianças são expostas cada vez mais precocemente a uma alimentação desequilibrada, pobre em nutrientes e excessiva em calorias. Há a substituição de alimentos *in natura* ou minimamente processados por alimentos ultra processados (CECCATTO *et al*., 2018). Observa-se que as crianças consomem fora de casa em frequência maior do que antigamente (AYALA *et al*., 2008).

Anteriormente os principais problemas de saúde pública vinculados à alimentação infantil eram a desnutrição e as deficiências de micronutrientes. Mas recentemente a evolução das Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT) vêm sendo um desafio adicional à segurança alimentar e nutricional, uma vez que estas patologias já são observadas com frequência em crianças. O excesso de sal consumido por crianças tem se associado a obesidade, hipertensão e doenças cardiovasculares (TEIXEIRA, 2018).

Desta forma os restaurantes *fast food* apresentam menus especificamente voltados para o público infantil, dando a disponibilidade de opções saudáveis limitada nestas refeições (O'DONNELL, et al. 2008).

Em função do retrato da evolução das Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT), este trabalho tem por objetivo discutir sobre a problemática qualidade nutricional das refeições oferecidas em estabelecimentos classificados como *fast food* para este público infantil, referente ao ter de sódio nas refeições.

Desde 2011, em razão da Lei nº 14.677 (SÃO PAULO, 2011), os estabelecimentos que fornecem refeições no sistema *fast food,* na cidade de São Paulo, precisam informar as quantidades de macronutrientes, sódio e valor calóricos das preparações. É relevante investigar a adequada declaração desta informação nutricional aos consumidores.

Adicionalmente, é necessário participar que este trabalho está inserido em um projeto amplo que apresenta como intuito avaliar e discutir a qualidade de menus infantis no Brasil e Portugal.

Este trabalho teve como discutir a qualidade nutricional de refeições voltadas ao público infantil ofertadas em restaurantes tipo *fast food* na região central da cidade de São Paulo, sobretudo no que se refere ao teor de sódio.

REFERENCIAL TEÓRICO

Uma alimentação saudável, proporciona prazer, fornece energia e nutrientes que o corpo necessita para crescer. A alimentação precisa ser variada para que o organismo possa obter todos os tipos de nutrientes (EUCLYDES; VALLE, 2007).

O Brasil, nas últimas décadas passou por transições econômicas, políticas, culturais e sociais mudaram o modo de vida da população. Foi possível observar uma rápida transição demográfica, epidemiológica e nutricional, que dentre os desdobramentos levou a importantes mudanças no padrão de saúde e consumo alimentar da população brasileira. Atualmente as principais doenças que acometem os brasileiros passaram a ser crônicas, estas doenças são as principais causa de morte entre adultos. O aumento da obesidade e sobrepeso é expressivo em todas as faixas etárias, sendo que o excesso de peso acomete um em cada dois adultos e uma em cada três crianças brasileiras (BRASIL, 2014).

Hoje em dia as crianças estão se desenvolvendo cada vez mais precoce a uma alimentação desequilibrada, pobre em nutrientes e excessiva em calorias. Há a substituição de alimentos *in natura* ou minimamente processados por alimentos ultra processados (CECCATTO et al., 2018). Os alimentos ultra processados em função de sua formulação e apresentação, são geralmente consumidos em excesso e substituem o consumo de alimentos *in natura* ou minimamente processados. O fabrico de produtos alimentícios ultra processados, envolve ingredientes como sal, açúcar, óleos e gorduras em altos teores (BRASIL, 2014).

Dados canadeneses apontam que o consumo de alimentos fora do lar aumentam a energia liquida e a ingestão total de gorduras e sódio em comparação com alimentos feitos em casa, portanto comer fora de casa pode ser um fator capaz de provocar o crescimento da prevalência de obesidade (SEMNANI-AZAD; SCOURBOUTAKOS; L´ABBE, 2016).

A expansão observada no comércio de alimentação é parcialmente atribuída a fatores econômicos e a mudanças no estilo de vida da família. Também pode ser associada ao avanço na quantidade e qualidade de produtos comestíveis industrializados disponíveis (HECK, 2004). Os gastos com alimentação fora do lar têm aumentado juntamente com o número de estabelecimentos que ofertam refeições prontas para o consumo, como exemplos há restaurantes, lojas de conveniência, redes de *fast food*, padarias, entre outros (LACHAT *et al.*, 2012).

Observa-se que as crianças consomem fora de casa em frequência maior do que

antigamente, sendo que o consumo de alimentos preparados fora de casa pode estar associado ao excesso de adiposidade (AYALA *et al*., 2008). Dados americanos sugerem que as crianças consomes 55% mais calorias, bem como maior quantidade de gordura total e saturada, quando se alimentam em restaurantes comparativamente ao consumo em domicílio (ZOUMAS-MORSE, 2001).

Atualmente diversos restaurantes, dentre eles os classificados como *fast food,* ofertam cardápios especificamente voltados para o público infantil, sendo a disponibilidade de opções saudáveis limitada nestas refeições (O'DONNELL *et al*., 2008).

A causa de muitas doenças tem sido por conta de uma alimentação rica em sódio, açúcares e gorduras. As taxas de obesidade, diabetes e doenças coronarianas está aumentando a cada ano e está chegando a níveis preocupantes em crianças (FAVORETTO; WIERNETZ, 2013).

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é um problema de saúde pública atual, ocupando a 12ª posição no ranking mundial de mortalidade (WHO, 2014). É uma das maiores causas de acidentes vasculares cerebrais, doenças cardiovasculares, insuficiência renal e morte prematura em todo mundo (COSTA; MACHADO, 2010). Nos estados unidos 43 milhões de americanos, ou seja, 24% da população americana são hipertensos (SARNO, 2013). No Brasil estima-se que a prevalência de HAS seja 24,1% na população adulta residente nas capitais e no distrito federal (BRASIL, 2013).

Infelizmente a HAS já é uma realidade também entre crianças e adolescente, com taxas crescentes (SHI; KRUPP; REMER, 2014), sendo que indícios apontam que a HAS tem seu início na infância (CHEN; WANG, 2008). Sugere-se que a porcentagem de crianças e adolescentes com diagnóstico de HAS tenha dobrado nas últimas duas décadas, sendo que a prevalência atual de HA na idade pediátrica encontra-se em torno de 3% a 5% sendo tais valores principalmente atribuídos ao grande aumento da obesidade infantil (MALAQUIAS et al., 2016).

A Dietary Reference Intake para sódio foi revisada recentemente (NAP, 2019), preconizando os valores de Ingestão para Redução de Risco de Doenças Crônicas (CDRR) inferiores a 800mg/dia para crianças de 1 a 3 anos de idade, 1500mg/dia entre 4 a 8 anos, e 1800 mg/dia para 9 a 13 anos de idade.

O limite máximo de consumo do sódio recomendado pela organização mundial da saúde (OMS) é de 2g/dia já no Brasil os dados coletados pela pesquisa de orçamentos familiares (POF) de 2002-2003, apontou o consumo média de 4,7 g/pessoa/dia (SARNO, 2013).

O sódio é o sexto elemento químico que aparece em grande número na crosta terrestre e o sal (cloreto de sódio) equivale a 80% da matéria dissolvida na água do mar. Existe uma variedade enorme de sais de sódio, e muitos possam ser utilizados como aditivos no processamento de alimentos, o sal é a principal fonte de sódio na alimentação (SBAN, 2014).

Nos dias de hoje o sal é muito usado ainda para modificar o sabor, mas também para alterar a textura e consistência dos alimentos e conter o crescimento bacteriano. O aumento do uso de sal ajudou para o aumento na ingestão de sódio, mas o sistema renal não foi adaptado para excretar grandes quantidades desse elemento (SBAN, 2014).

Na tabela de composição de alimento, do Departamento de Agricultura e Serviço de Pesquisas Agrícolas, mostra que 100 g de sal refinado tem 38.758 mg de sódio, isto é aproximadamente 39% do sal de cozinha é sódio. Os alimentos proteicos têm o valor mais elevado do que vegetais e grãos e as frutas e hortaliças o teor desse mineral é mais baixo (SBAN, 2014).

O sódio deve ser ingerido de acordo com a sua recomendação. Sua falta, é conhecida como hiponatremia, que pode provocar fraqueza, cefaleia, hipotensão, pele sem elasticidade, alucinações e taquicardia, essa deficiência pode acontecer resultante de uma má absorção do intestino, diarreias, sudorese excessiva e uso demasiado de diuréticos (SBAN, 2014).

De outro modo, o uso excessivo de sal tem se relacionado com muitos efeitos prejudiciais à saúde como a ocorrência de doença cardiovascular, acidente vascular cerebral, hipertrofia ventricular esquerda, que pode ser independente ou associado com a elevação da pressão arterial (SBAN, 2014).

O sal é um aditivo muito utilizado na conservação dos alimentos e por isso os produtos industrializados, embutidos, enlatados, salgadinhos contêm grande quantidade de sal (COSTA; MACHADO, 2010).

2 | METODOLOGIA

Trata-se de um estudo transversal. A amostra foi a região central do município de São Paulo, delimitada pelos distritos Consolação, Santa Cecília, República e Bela Vista (SECRETARIA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2019).

Foi realizado um levantamento de todos os estabelecimentos *fast food* que apresentavam menu infantil no cardápio. Após este levantamento foram visitados apenas um estabelecimento das quatro redes com maior frequência de lojas na região. Na visita foi colhida a informação nutricional de sódio para os itens do cardápio: hamburguer (sanduíche completo), batatas fritas e nuggets de frango, visto que todas as redes apresentam estes itens nas opções de menus infantis.

Para compararão dos dados, os valores de todos os itens do menu infantil foram ajustados para 100g. Para o processamento dos dados será utilizado o programa Microsoft Excel 2010. Os dados serão apresentados na forma de tabelas, gráficos, e medidas estatísticas de posição e dispersão. A análise dos dados quantitativos será apresentada na forma de média e desvio padrão.

3 I RESULTADO E DISCUSSÃO

Na primeira parte do estudo foram levantados 41 estabelecimentos com serviço tipo fast food na região deliminada pelos distritos Consolação, Santa Cecília, República e Bela Vista (SECRETARIA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2019). Deste total foram observadas 8 redes de fast food, sendo que 7 apresentavam no cardápio a opção de Menu Infantil.

Para o presente estudo foram selecionadas as quatro redes com maior número de lojas na região. A partir de agora, nesta pesquisa, os estabelecimentos serão denominados A, B, C e D de forma aleatória.

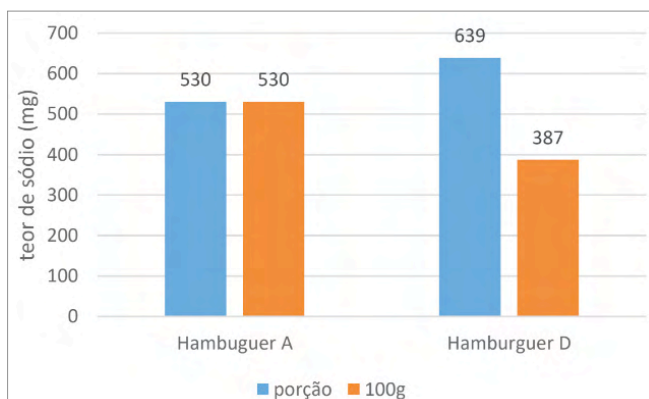



Figura 1 – Teores de sódio declarados pelas redes de fast food para o componente hamburguer do menu infantil.

Considerando os valores por 100g a rede D apresenta valor 27% inferior ao hamburguer da rede A, mas como o tamanho da porção é maior na rede D, o teor de sódio consumido no lanche é 20% superior. O valor médio na porção de 100g para o componente hamburguer das redes A e D é de 459g, com desvio padrão de 100g, e coeficiente de variação de 22% (Figura 1).

O peso médio da porção de hamburguer foi de 117,2g com desvio padrão de 11,2g.

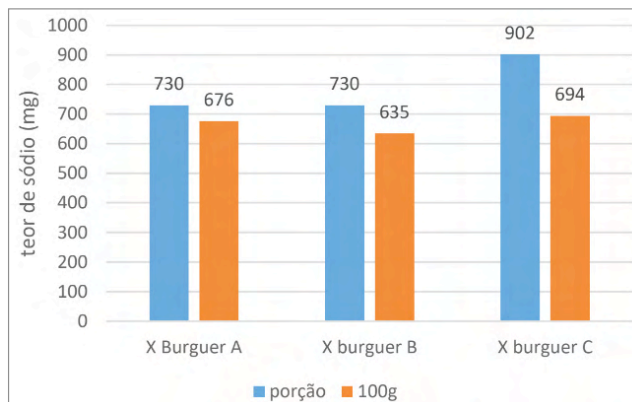



Figura 2 – Teores de sódio declarados pelas redes de fast food para o componente X hamburguer do menu infantil segundo peso na porção e valor por 100g. São Paulo 2021.

Considerando os valores por 100g o X burguer da rede C apresenta valor 9,29% superior ao X burguer da rede B e 2,66% superior ao X burguer da rede A. Mas como o tamanho da porção é maior na rede C, o teor de sódio consumido no lanche é 902mg, enquanto nas redes A e B é 730mg. O valor médio na porção de 100g para o componente X burguer das redes A, B e C é de 664mg, com desvio padrão de 41,8mg, e coeficiente de variação de 6,29% (Figura 2).

O peso médio da porção de X burguer foi de 117,7g com desvio padrão de 11,2g.

Considerando os valores por 100g, a batata da rede A apresenta valor 26,1% superior ao da batata da rede B, 32,4% superior ao da batata da rede C e 71,2% superior ao da batata da rede D. Mas como o tamanho da porção é menor na rede A, o teor de sódio consumido na batata é 190mg, enquanto na rede B é 360mg, na rede C é 241mg e na rede D é 208mg. O valor médio na porção de 100g para o componente a batata das redes A, B, C e D é de 480mg, com desvio padrão de 104,71mg, e coeficiente de variação de 21,81%. (Figura 3).

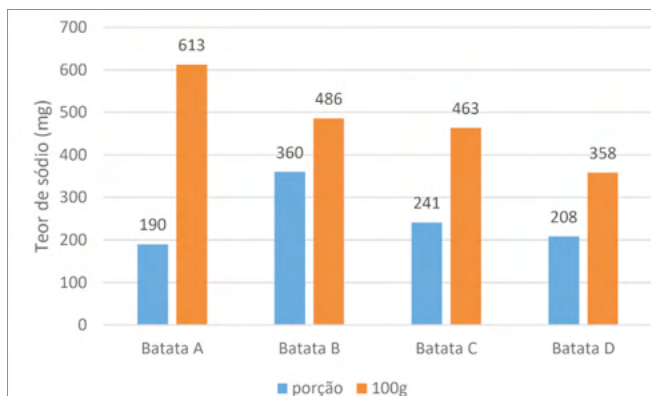



Figura 3 – Teores de sódio declarados pelas redes de fast food para o componente batata frita do menu infantil segundo peso na porção e valor por 100g. São Paulo 2021.

O peso médio da porção de a batata foi de 249,75g com desvio padrão de 76,47g.

Considerando os valores por 100g, o Nuggets da rede B apresenta valor 20% superior ao Nuggets da rede A. Mas como o tamanho da porção é menor na rede B, o teor de sódio consumido no Nuggets é 310mg, enquanto na rede B é 350mg. O valor médio na porção de 100g para o componente o Nuggets das redes A e B é de 501mg, com desvio padrão de 64,3mg, e coeficiente de varação de 30,6% (Figura 4).

O peso médio da porção do Nuggets foi de 66g com desvio padrão de 1,41g.

A tabela 1 apresenta a comparação dos valores de sódio dos lanches do menu infantil compostos por hamburguer ou X Burguer + Batata frita (BF)com os valores da IA de sódio para diferentes faixas etárias infantis.

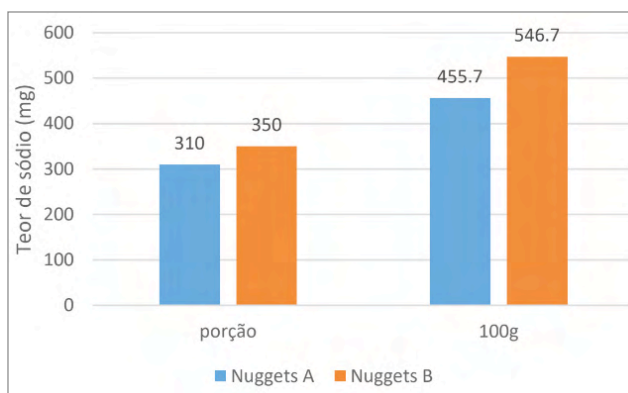



Figura 4 – Teores de sódio declarados pelas redes de fast food para o componente nugget do menu infantil segundo peso na porção e valor por 100g. São Paulo 2021.

Os Cheesburgueres + BF dos menus infantis apresentam elevada concentração de sódio, se comparados com os limites de AI para sódio. O Hamburguer + BF da rede A apresenta 720 mg de sódio por porção. Isso corresponde a 90% da DRI para crianças de 1 a 3 anos, 48% para 4 a 8 anos e 40% para 9 a 13 anos (Figura 4).

	mg sódio	% de sódio do lanche em função do valor da IA por faixa etária		
		1 a 3 anos	4 a 8 anos	9 a 13 anos
		800mg	1500mg	1800mg
A - Burguer + BF	720	90%	48%	40%
A - X -burguer + BF	920	+15%	61%	51%
B- X-burguer + BF	1090	+36%	73%	61%
C - X burguer + BF	1143	+43%	76%	64%
D - Burguer + BF	847	+ 6%	56%	47%

IA= ingestão adequada; Burguer= hamburguer; X-burguer = Cheese Burguer; BF= batata frita

Tabela 1 – Comparação dos valores de sódio dos lanches do menu infantil compostos por hamburguer ou X Burguer + Batata frita com os valores da IA de sódio para diferentes faixas etárias infantis. São Paulo, 2020.

A análise dos dados da tabela 1 mostra que os menus infantis propostos pelas redes de fast food apresentam elevado teor de sódio considerando diferentes faixas etárias infantis. Para crianças de 3 anos, esse valor uiltrapassou a AI nas três redes de fast food e alcançou quase a totalidade (90%) na quarta rede.

Situação de excesso de sódio, não foi diferente para as outras faixas etárias com números que variaram de 48% a 76% da AI para crianças entre 4 e 8 anos, e 40 a 64% para crianças entre 9 e 13 anos.

Segundo Malaquias et al, (2016) a ingestão de quantidades adequadas de sódio, para o público infantil, é de suma importância, para evitar problemas como HAS, cuja prevalência na idade pediátrica encontra-se em torno de 3% a 5% sendo tais valores principalmente atribuídos ao grande aumento da obesidade infantil.

Semnani-azad, Scourboutakos e L´abbe, (2016), em estudo realizado no canadá apontam que o consumo de alimentos fora do lar aumenta a energia liquida e a ingestão total de gorduras e sódio em comparação com alimentos feitos em casa.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os produtos comercializados para o público infantil nas redes de fast food avaliadas, apresentam elevadas quantidades de sódio. A frequência de consumo destes produtos corrobora para o cenário de casos de doenças crônicas não transmissíveis em idades cada vez mais precoces.

REFERÊNCIAS

AYALA, G.X. et al. Away-from-home food intake and risk for obesity: Examining the influence of context. Obesity (silver spring), Estados Unidos, v.16, n.5, p.1002-8, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia Alimentar para População Brasileira. 2 ed., 1. Reimpr. – Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156p.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Vigitel 2013: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília. [s.n.], n.p., 2013.

CECCATTO, D. et al. A influência da mídia no consumo alimentar infantil: uma revisão da literatura. Pesepectiva, Erechim. v.42, n.157, p.141-149, 2018.

COSTA, F.P.; MACHADO, S.H. O consumo de sal e alimentos ricos em sódio pode influenciar na pressão arterial das crianças?. Rev. Ciência & Saúde coletiva., Rio Grande do Sul, [s.n.], 1383-1389, 2010.

CHEN, X.; WANG, Y. Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: A systematic review and meta-regression analysis. Circulation., Estados Unidos, v.117, n.25, p. 3171-80, 2008.

EUCLYDES, M.P.; VALLE, J. A formação dos hábitos alimentares na infância: uma revisão de alguns aspectos abordados na literatura nos últimos dez anos. Rev. APS., Minas Gerais, v.10, n.1, p.56-65, 2007.

FAVORETTO, C.M; WIERNETZ, P.L. Alimentação sustentável e alimentos de fast food: o que a química e o meio ambiente têm a ver com isso? In: PARANÁ. Secretaria do Estado da Educação. Os Desafios da escola pública paranaense na perspectiva do Professor PDE. Produções Didático pedagógicas, Cadernos PDE. Paraná, v.1, n.p., 2013.

HECK, M.C. Comer como atividade de lazer. Revista Estudos Históricos - Alimentação, Rio de Janeiro, v.1, n.33, p.136-146, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. Disponível em: < http://www.ial.sp.gov.br> Acesso em: 22 mar. 2019.

LACHAT, C. et al. Eating out of home and its association with dietary intake: a systematic review of the evidence. Obes Rev., Bélgica, v.13, n.4, p.329-46, 2012.

THE NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCIES. Food and Nutrition Bord. Health and Medicine Division. Dietary References Intakes for sodium e potassium. National Academy of Sciences; 2019. Disponível em: https://www.nap.edu/read/25353/chapter/1, Acesso em: 21/03/19.

O'DONNELLSI, et al. Nutrient quality of fast food kids meals. Am J Clin Nutr., Estados Unidos, v.88, n.5, p.1388-55, 2008.

MALACHIAS, M. V. B. et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial**.** *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, Rio de Janeiro, v. 107, n. 3, supl. 3, p. 1-104, set. 2016. Disponível em: http://publicacoes.cardiol.br/2014/diretrizes/2016/05_HIPERTENSAO_ARTERIAL.pdf, Acesso em: 25 mar 2019.

SÃO PAULO, Governo do Estado e São Paulo. Lei nº 14.677 Obriga as redes de "fast food" a informar aos consumidores o valor nutricional dos alimentos comercializados. Diário Oficial - Executivo, 30/12/2011, p.1. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2011/lei-14677-29.12.2011.html, Acesso em: 25 mar 2019.

SARNO, F. et al. Estimativa de consumo de sódio pela população brasileira, 2008-2009. Rev. saúde pública., São Paulo, v.47, n.3, p.571-8., 2013.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Dados demográficos dos distritos pertencentes às Subprefeituras. 2019. Disponível em: > https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/subprefeituras/dados_demograficos/index.php?p=12758 <. Acesso em: 25 mar. 2019.

SBAN. Sociedade Brasileira De Alimentação e Nutrição. Sal e Sódio no Contexto Alimentar Conteporâneo. Brasil. [s.n.], n.p., 2014.

SHI, L; KRUPP, D; REMER, T. Salt, fruit and vegetable consumption and blood pressure development: a longitudinal investigation in healthy children. Br J Nutr., v.111, n.4, p. 662-671, 2014.

SEMNANI-AZAD, Z; SCOURBOUTAKOS, J.M.; L´ABBE, M.R. kids' meals from canadian chain restaurants are exceedingly high in calories, fats, and sodium: a cross-sectional study. BMC Nutrition., Canadá, [s.n.], n.p., 2016.

TEIXEIRA, A.Z.A. Sodium content and food additives in major brands of Brazilian children’s foods. Rev. Ciência & Súde Cletiva, Goiás., [s.n.], n.p., 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Childhood overweight and obesity. Disponivel em :> https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what/en/< Acesso em:14 jan. 2019.

ZOUMAS-MORSE C. et al. Children’s patterns of macronutrient intake and associations with restaurant and home eating. J Am Diet Assoc. Estados Unidos., v. 101, n.8, p. 923-925, 2001.

CAPÍTULO 7

REFEIÇÕES VOLTADAS PARA O PÚBLICO INFANTIL EM RESTAURANTES *FAST FOOD:* UM ESTUDO SOBRE O TEOR DE GORDURAS TOTAIS

Data de aceite: 01/10/2021
Data de submissão: 20/09/2021

Erica Joselaine do Nascimento
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
São Paulo – SP
http://lattes.cnpq.br/1316328205178757

Silvia Elise Rodrigues Henrique
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
São Paulo – SP
http://lattes.cnpq.br/8576509929211961

Mônica Glória Neumann Spinelli
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
São Paulo – SP
http://lattes.cnpq.br/9330175821488809

Andrea Carvalheiro Guerra Matias
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
São Paulo – SP
http://lattes.cnpq.br/9123737158149253

RESUMO: Introdução: Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT) e o aumento da prevalência de obesidade vêm sendo um desafio adicional à segurança alimentar e nutricional, visto que essas doenças já podem ser observadas com frequência nas faixas etárias mais jovens, incluindo os pré-escolares. O consumo de alimentos fora do lar aumenta a energia líquida, a ingestão total de gorduras e sódio em comparação com alimentos feitos em casa. Objetivos: Este Avaliar e discutir a qualidade nutricional de refeições voltadas ao público infantil ofertadas em restaurantes tipo *fast food* no tocante ao teor de gorduras totais. Metodologia: Após o levantamento dos restaurantes *fast food* da região delimitada, foram identificados aqueles que apresentava Menu Infantil, sendo incluídos no estudo as redes de *fast food* com maior frequência de número de lojas na região. O teor de gordura total da combinações hamburguer ou cheeseburguer acompanhada de batatas fritas, dos menus infantis, foi comparada à Faixa de distribuição aceitável de macronutrientes (Acceptable Macronutrient Distribution Ranges – AMDR) para lipídeos, para crianças com 4 e 7 anos de idade Resultados e discussão: Os dados mostraram que a combinação lanche e batata frita representa de 25 a 77% da energia advinda dos lipídeos em um dia para a meninos e meninas de 4 anos, e 21 a 67% para crianças de 7 anos. Considerações finais: Estas refeições voltadas para crianças são desequilibradas nutricionalmente. Considerando o panorama de evolução das Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT) e o aumento da prevalência de obesidade na infância, a população precisa ser esclarecida dos riscos associados e o consumo destes produtos desestimulados.

PALAVRAS-CHAVE: Gorduras, *fast food,* obesidade infantil

MENU KIDS IN FAST FOOD RESTAURANTS: A STUDY ON TOTAL FAT CONTENT

ABSTRACT: Introduction: Chronic Non-Communicable Diseases (NCDs) and the increasing prevalence of obesity have been an additional challenge to food and nutrition security, as these diseases can already be observed frequently in younger age groups, including preschoolers. Eating out-of-home foods increases net energy, total fat and sodium intake compared to home-cooked foods. Objectives: This Evaluate and discuss the nutritional quality of meals aimed at children offered in fast food restaurants in terms of total fat content. Methodology: After a survey of fast food restaurants in the delimited region, those with a Children's Menu were identified, and fast food chains with the highest number of stores in the region were included in the study. The total fat content of hamburger or cheeseburger combinations with French fries from children's menus was compared to the Acceptable Macronutrient Distribution Ranges (AMDR) for lipids for children aged 4 and 7 years old Results and Discussion: The data showed that the combination snack and potato chips represent 25 to 77% of energy from lipids in one day for 4-year-old boys and girls, and 21-67% for 7-year-old children. Final Thoughts: These meals aimed at children are nutritionally unbalanced. Considering the panorama of evolution of Chronic Non-Communicable Diseases (NCDs) and the increase in the prevalence of obesity in childhood, the population needs to be made aware of the associated risks and the consumption of these products discouraged.
KEYWORDS: Fats, fast food, obesidade infantil

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, há poucos anos, os principais desafios em saúde pública relacionados à alimentação infantil eram a desnutrição e as deficiências de micronutrientes. No entanto, recentemente a evolução das Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT) e o aumento da prevalência de obesidade vêm sendo um desafio adicional à segurança alimentar e nutricional, visto que essas doenças já podem ser observadas com frequência nas faixas etárias mais jovens, incluindo os pré-escolares.

Um fator que contribui para o rápido aumento das taxas de obesidade é o crescimento do consumo de alimentos fora do lar, em restaurantes, que incluem *fast foods*, onde são ofertadas grandes porções de refeição e alta densidade energética dos alimentos (UECHI, 2018).

Os restaurantes *fast food* apresentam menus especificamente voltados para o público infantil, sendo a disponibilidade de opções saudáveis limitada nestes (O'DONNELL, et al 2008).

Notória é a necessidade da contínua avaliação da qualidade nutricional das refeições voltadas para o público infantil. Visto o panorama de evolução das Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT) e o aumento da prevalência de obesidade na infância, este trabalho visa a discussão da problemática da qualidade nutricional das refeições oferecidas em estabelecimentos classificados como *fast food* para este público infantil, no tocante ao teor de gorduras

No estado de São Paulo, de acordo com a Resolução nº 14.677 (SÃO PAULO, 2011), os

estabelecimentos que fornecem refeições no sistema *fast food,* precisam compulsoriamente declarar as quantidades de macronutrientes, sódio e valor calórico das preparações.

Este tudo teve como objetivos avaliar e discutir a qualidade nutricional de refeições voltadas ao público infantil ofertadas em restaurantes tipo *fast food* no tocante ao teor de gorduras totais na cidade de São Paulo,

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A globalização vem interferindo em diversos segmentos, especialmente no âmbito alimentar, causando mudanças significativas e o rompimento de fronteiras culturais. A alimentação vem se transformando no decorrer dos anos, seja por influência, por imposição ou pelo compartilhar da experiência, e isso vem contribuindo para mudar a composição do que se tem como concepção de hábitos alimentares atualmente (AVELAR; REZENDE, 2013).

O crescimento do comércio de alimentação é grosseiramente atribuído a fatores econômicos e a mudanças no estilo de vida da família. Além disso, é associado também ao avanço na quantidade e qualidade de produtos comestíveis industrializados disponíveis no mercado (HECK, 2004).

Para Lachat e colaboradores (2012), umas das principais mudanças no estilo de vida que ocorreram nas últimas décadas é o aumento do consumo de bebidas e alimentos fora de casa, especialmente de máquinas de venda automática, estabelecimentos que oferecem refeições prontas como restaurantes, escolas e em local de trabalho.

O consumo de alimentos fora do lar aumenta a energia líquida, a ingestão total de gorduras e sódio em comparação com alimentos feitos em casa, portanto comer fora de casa pode ser um fator capaz de provocar o crescimento da prevalência de obesidade (SEMNANI-AZAD; SCOURBOUTAKOS; L´ABBE, 2016).

Atualmente as crianças são expostas cada vez mais precocemente a uma alimentação desequilibrada, pobre em nutrientes e excessiva em calorias. Há a substituição de alimentos *in natura* ou minimamente processados por alimentos ultra processados (CECCATTO et al. 2018). Observa-se que as crianças consomem fora de casa em frequência maior do que antigamente, sendo que o consumo de alimentos preparados fora de casa pode estar associado ao excesso de adiposidade (AYALA et al, 2008).

Dados americanos sugerem que as crianças consomem 55% mais calorias, bem como maior quantidade de gordura total e saturada, quando se alimentam em restaurantes comparativamente ao consumo em domicílio (ZOUMAS-MORSE et al, 2001).

Os restaurantes, e em especial os *fast food,* apresentam menus especificamente voltados para o público infantil, sendo a disponibilidade de opções saudáveis limitada nestas refeições (O'DONNELL, et al 2008).

Sabe-se que a alimentação tem um papel muito importante na promoção da saúde e proteção contra doenças. A causa de muitas doenças tem sido por conta de uma alimentação

rica em sódio, açúcares e gorduras, encontrados geralmente em *restaurantes fast food.* Muitas pessoas não sabem que os maiores causadores da obesidade são esses alimentos consumidos ao longo da vida, principalmente quando se refere a crianças e adolescentes, um público facilmente influenciável, e que se deixa levar pela promessa de diversão associada a esses lugares. Na infância a obesidade pode trazer problemas de saúde bem como relacionados à autoestima. As taxas de obesidade, diabetes e doenças coronarianas estão aumentando a cada ano e estão chegando em um nível preocupante (FAVORETTO; WIERNETZ, 2013).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) o sobrepeso e obesidade são definidos como acúmulo anormal ou excessivo de gordura que apresenta risco à saúde. Com base nesse aspecto de novo parâmetro alimentar e a transição nutricional, o sobrepeso e a obesidade têm apresentado prevalências elevadas na população infantil brasileira (CARVALHO et al., 2015).

A obesidade infantil é um dos mais sérios problemas de saúde pública do século XXI. O problema é global e tem aumentado em um ritmo alarmante, afetando países de baixa e média renda, especialmente em ambientes urbanos. Globalmente, em 2016, o número de crianças com excesso de peso com menos de cinco anos é estimado em mais de 41 milhões (WHO, 2016).

No Brasil, de acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) realizada nos anos de 2008 e 2009, o excesso de peso e obesidade em crianças de cinco a nove anos representaram 33,5% e 14,3%, respectivamente. Um terço das meninas diagnosticadas com excesso de peso também apresentaram grau de obesidade, enquanto para os meninos, esse grau representava quase a metade (REIS; VASCONCELOS; BARROS, 2011).

Segundo a Organização Pan-americana de Saúde (2017), a OPAS, até 2022, haverá mais crianças e adolescentes (5-19 anos) obesos do que com desnutrição, que persiste em regiões pobres. Os autores dizem que esse cenário pode refletir um aumento do consumo de alimentos densos em energia que levam ao aumento de peso e a baixos resultados de saúde ao longo da vida.

A obesidade está associada a um largo espectro de patologias de carácter crónico como doenças cardiovasculares, diabetes *mellitus* e problemas osteoarticulares. Estas doenças, anteriormente características dos adultos, são agora diagnosticadas com maior frequência nas crianças (VENÂNCIO; AGUILAR; PINTO, 2012). Sua importância enquanto fator de risco para dislipidemias consiste em um sério agravante para as doenças cardiovasculares (RAMOS, 2011).

O comportamento alimentar do pré-escolar é determinado primeiramente pela família, da qual ela é dependente e, secundariamente, pelas outras interações psicossociais e culturais da criança (RAMOS; STEIN, 2000). As crianças têm sido cada vez mais expostas a esse tipo de alimentação seja pelo aumento da jornada de trabalho dos pais ou pela falta de opções mais saudáveis na escola ou por incentivo de propagandas de produtos alimentícios

que acabam por influenciar negativamente suas escolhas alimentares (HENRIQUES et. al., 2012).

A dislipidemia, ou seja, a presença anormal de lipídios no sangue, pode ser atribuída aos fatores ambientais relacionados com o estilo de vida, principalmente hábitos alimentares inadequados e a inatividade física. Inúmeros estudos têm mostrado associação entre a dislipidemia, e a ocorrência das doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs), especialmente as doenças do aparelho circulatório (ALCANTARA et al. 2012). O aumento em níveis epidêmicos do excesso de peso infantil parece ser o responsável por mudanças negativas no perfil lipídico. Este é representado precocemente pelos níveis elevados de colesterol total, triglicerídeos, LDL-c (low density cholesterol), níveis baixos de HDL-c (high density cholesterol) (CO et al., 2015).

É de suma importância que as práticas alimentares na infância sejam capazes de suprir as necessidades nutricionais, consequentemente garantindo desenvolvimento adequado e manutenção da saúde (NEJAR et al. 2004), pois esse estágio de vida é um dos mais vulneráveis biologicamente. A alimentação adequada na infância contribui para o estabelecimento de hábitos alimentares saudáveis, que se refletirão na vida adulta do indivíduo (FIDELIS; OSÓRIO, 2007).

3 | METODOLOGIA

Trata-se de um estudo transversal, que teve como universo amostral estabelecimentos com serviço *fast Food* localizados na região central do município de São Paulo, delimitada pelos distritos Consolação, Santa Cecília, República e Bela vista (SECRETARIA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2019).

Após o levantamento dos restaurantes *fast food* da região delimitada, foram identificados aqueles que apresentava Menu Infantil, sendo incluídos no estudo as redes de *fast food* com maior frequência de número de lojas na região delimitada.

De acordo com a Lei nº 14.677 (SÃO PAULO, 2011), os estabelecimentos que fornecem refeições no sistema *fast food,* precisam declarar as quantidades de macronutrientes, sódio e valor calórico das preparações. Esta informação foi colhida nos endereços eletrônicos dos estabelecimentos *fast-food*. Foi realizada uma análise crítica do teor de gordura disponível nas tabelas de informação nutricional dos produtos que compõem os Menus infantis, frente a Faixa de distribuição aceitável de macronutrientes (Acceptable Macronutrient Distribution Ranges – AMDR), para crianças com 4 e 7 anos de idade. Para o cálculo da Necessidade estimada de energia (Estimated Energy Requirement -EER) foram considerados o fator atividade pouco ativo (INSTITUTE OF MEDICINE, 2006), e valores médios de peso e altura das curvas de crescimento da Organização Mundial de Saúde (ONIS et al, 2007).

Para o processamento dos dados foi utilizado o programa Microsoft Excel 2010.

4 I RESULTADO E DISCUSSÃO

Para o presente estudo foram avaliados os cardápios de 41 restaurantes da região central do município de São Paulo, delimitada. Esses 41 estabelecimentos de *fast food* pertencem a 8 empresas de alimentação, sendo que apenas 7 do total apresentaram a opção de menu infantil. A fim de determinar a composição centesimal e de lipídios, apenas os 4 restaurantes com maior frequência em número de lojas foram selecionados. Eles serão denominados com A, B, C e D de forma aleatória.

Com objetivo de estabelecer um padrão para a comparação dos dados obtidos com os divulgados pelo estabelecimento, foi utilizado como critério de inclusão menus infantis que fossem constituídas de hambúrguer ou cheeseburguer acompanhado de batata frita.

De acordo com Viegas e colaboradores (2020), no que se refere aos principais métodos de confecção utilizados nas preparações destinadas aos infantis, observou-se que 53,6% das opções são fritas.

Segundo demonstrado na figura 1, que faz uma comparação entre a faixa de valores aceitáveis de lipídios para meninos e meninas de 4 anos de idade com o encontrado nos lanches analisados, é possível perceber a quantidade de calorias provenientes de lipídios constituem entre 25% e 71% para meninos e 27% e 77% para meninas da quantidade estimada como recomendação para um dia. A rede C, composta por cheeseburguer e batata frita, foi a que apresentou maior porcentagem com 71% e 77%, respectivamente, valor bem próximo de limite diário da ingestão de lipídios (35%).

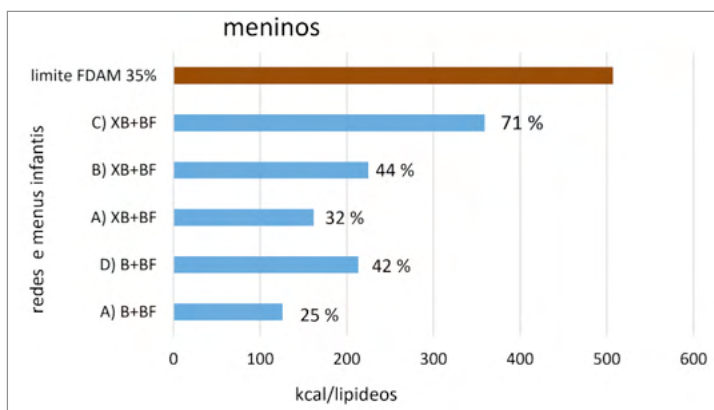
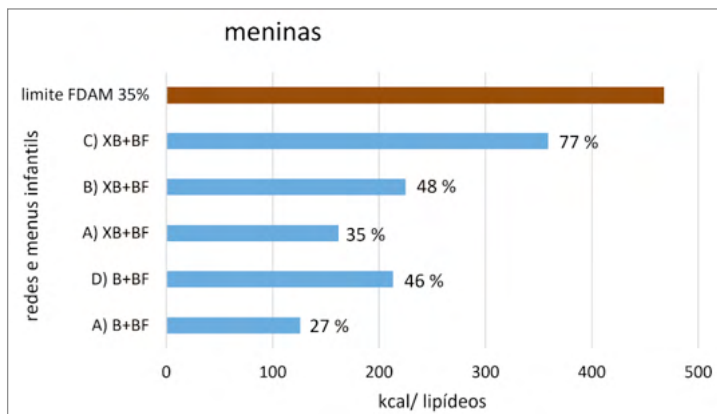



Figura 1 – Comparação dos valores de energia dos lipídios dos lanches do menu infantil com o valor limítrofe da Faixa de distribuição aceitável de lipídeos (kcal/dia), para meninos e meninas de 4 anos de idade. São Paulo, 2020.

Faixa de Distribuição Aceitável de Macronutrientes (AMRD) 4 a 8 anos de idade, para lipídeos - 25 a 35% da % de energia (IOM, 2006); A) B) C) e D) representam as redes de fast food; XB + BF= cheeseburguer + batata frita; B+BF = Hamburguer + Batata Frita.

Dados semelhantes aos encontrados para meninos e meninas de 7 anos de idade (figura 3). O Local C também apresentou uma alta porcentagem de lipídios com 59% e 67% para meninos e meninas, respectivamente. Dado preocupante, pois se uma criança ingerir um lanche (hamburguer + batata frita) em alguma refeição ao longo do dia ela atingirá mais da metade da gordura que deve ser ingerido durante o dia todo, que a longo prazo pode acarretar problemas a saúde desta criança. Isso, levando em consideração que não foram adicionados bebidas e complementos como nuggets, sobremesas, molhos e outras opções ao cálculo.

De acordo com Azad, Scourboutakos e L'Abbe (2016) consumir alimentos fora de casa aumenta a energia liquida, a ingestão de gorduras e sódio.

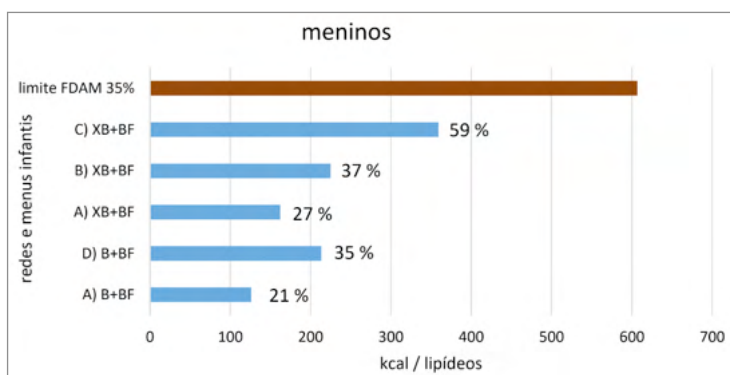
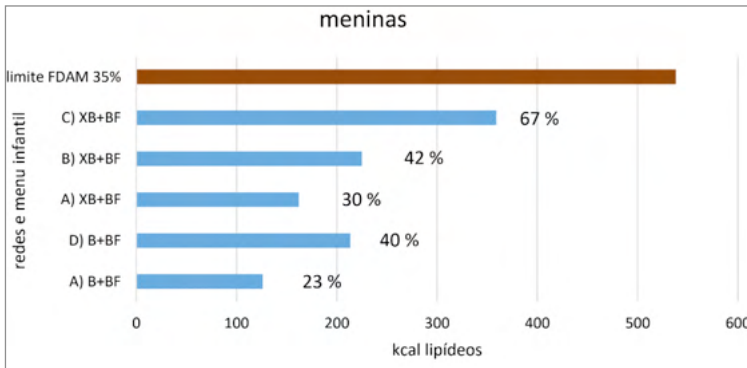



Figura 3 – Comparação dos valores de energia dos lipídios dos lanches do menu infantil com o valor limítrofe da Faixa de distribuição aceitável de lipídeos (kcal/dia), para meninos e meninas de 7 anos de idade. São Paulo, 2020.

Faixa de Distribuição Aceitável de Macronutrientes (AMRD) 4 a 8 anos de idade, para lipídeos - 25 a 35% da % de energia (IOM, 2006); A) B) C) e D) representam as redes de fast food; XB + BF= cheeseburguer + batata frita; B+BF = Hamburguer + Batata Frita.

Para Prado, Santos e Carvalho (2018) a ingestão de óleos e gorduras, já foi estabelecida na literatura. A quantidade e o tipo de gordura alimentar exercem influência direta sobre fatores de risco e há uma associação ao maior risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV).

Além disso, segundo Dias e Gonçalves (2009) alimentos redes *fast food* são constituídos por quantidades importantes de ácidos graxos *trans.* Em estudos realizados, os isômeros *trans* atuam sobre a saúde da criança, bloqueando e inibindo a biossíntese dos ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa, que estão envolvidos com a função psicomotora.

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variação observada entre os dados de lipídeos disponibilizados e os analisados em em laboratório, sugere intercorrências analíticas, desconhecidas até o momento, que dificultaram a interpretação dos resultados.

Os valores de lipídeos declarações para a composição lanche e batata frita dos menus infantis, das diferentes redes de fast food, as quantidades observadas são elevadas frente ao intervalo diário recomendado (Faixa de distribuição aceitável de macronutrientes).

Estas refeições voltadas para crianças são desequilibradas nutricionalmente. Considerando o panorama de evolução das Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT) e o aumento da prevalência de obesidade na infância, a população precisa ser esclarecida dos riscos associados e o consumo destes produtos desestimulados.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, N; SILVA, R. de C. R; ASSIS, A. M. O; PINTO, E. de J. O. D. Fatores associados à dislipidemia em crianças e adolescentes de escolas públicas de Salvador, Bahia. **Rev. bras. epidemiol.** São Paulo, v. 15, n. 2, p. 335-345, June, 2012.

ARCOS DOURADOS, S. A.**Tabela Nutricional.** Mcdonald 's Brasil, 2020. Disponível em: > https://d25dk4h1q4vl9b.cloudfront.net/media/pdf/tabela-nutricional-br.pdf?v=20000136 <. Acesso em: 27 abril. 2021.

AVELAR, A. E; REZENDE, D. C. Hábitos alimentares fora do lar: um estudo de caso em Lavras - MG. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 15, n. 1, p. 137-152, 2013.

AYALA, G. X. et al. Away-from-home food intake and risk for obesity: Examining the influence of context. **Obesity**. 2008; 16:1002-1008

BOB 'S. **Informações Nutricionais.** Bobs Brasil, 2021. Disponível em: > https://www.bobs.com.br/bobs/tabela-nutricional.pdf<. Acesso em: 27 abril. 2021.

BRUM, A. A, S; ARRUDA, L. F. de; REGITANO-D´ARCE, M. A. B. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Quím. Nova**, São Paulo , v. 32, n. 4, p. 849-854, 2009.

BURGER KING. **Informação Nutricional**. Burguer King Brasil, 2021. Disponível em:> http://www.vivabem.pt/tabelas/tabela_burger_king.pdf<. Acesso em: 27 abril. 2021.

CARVALHO, C. A. de; FONSÊCA, P. C. A; PRIORE, S. E; FRANCESCHINI, S. do C. C.; NOVAES, J. F. Consumo alimentar e adequação nutricional em crianças brasileiras: revisão sistemática**. Rev Paul Pediatr.** 2015;33(2):211---22.

CECCATTO, D; SPINELLI, R. B; ZANARDO, V. P. S; RIBEIRO, L. A. A influência da mídia no consumo alimentar infantil: uma revisão da literatura. **Perspectiva**, Erechim. v. 42, n.157, p. 141-149, março/2018.

CO, J; JEFFREY, J; EMMETT, M; MODAK, A; SONDIKE, S, B. Obesity, Hypertension and Metabolic Syndrome in Children in West Virginia. **West Virginia Medical Journal** vol. 111,4 (2015): 20-2, 24.

DIAS, J. R; GONÇALVES, É. C. B. de A. Avaliação do consumo e análise da rotulagem nutricional de alimentos com alto teor de ácidos graxos trans. **Food Science and Technology** [online]. 2009, v. 29, n. 1 [Acessado 7 Setembro 2021] , pp. 177-182. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000100027>. Epub 27 Abr 2009. ISSN 1678-457X. https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000100027.

FAVORETTO, C. M.; WEINERT, P. L; Alimentação saudável e alimentos de fast food: o que a Química e o Meio Ambiente têm a ver com isso? **Caderno pedagógico**, Ponta Grossa, v.2, p.53, 2013.

FIDELIS, C. M. F.; OSÓRIO, M. M. Consumo alimentar de macro e micronutrientes de crianças menores de cinco anos no Estado de Pernambuco, Brasil. **Rev. Bras. Saúde Mater. Infant.**, Recife, v. 7, n. 1, p. 63-74, mar. 2007.

GIRAFFAS. **Cardápio Nutricional**. Brasil, 2021. Disponível em:> https://document.onl/documents/tabela-nutricional-giraffas.html<. Acesso em: 27 abril. 2021.

GUSSO, et al. Comparação de diferentes métodos analíticos para quantificação de lipídios em creme de ricota. **Rev. Inst. Latic**. "Cândido Tostes", Nov/Dez, nº 389, 67: 51-55, 2012.

HARA, A. C.; RADIN, N. S. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. Analytical Biochemistry, v.90, n.1, p.420-426, 1978.

HECK, M. C. Comer como atividade de lazer. **Revista Estudos Históricos - Alimentação**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 1, p. 136-146, jan. /jun. 2004.

HENRIQUES, P; SALLY, E. O; BURLANDY, L; BEILER, R, M. Regulamentação da propaganda de alimentos infantis como estratégia para a promoção da saúde. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v.17, n.2, p. 481-490, 2012.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietery Refrence Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements.** Washington, DC: The National Academies Press, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br>, acesso em: 22 mar. 2019

LACHAT, C; NAGO, E; VERSTRAETEN, R; ROBERFROID, D; VAN CAMP, J; KOLSTEREN, P. Eating out of home and its association with dietary intake: a systematic review of the evidence. **Obes Rev.** 2012; 13(4):329-46. https://doi.org/ 10.1111/j.1467-789X.2011.00953.x.

LEONARDI, D. S. et al. Determinação do valor energético de hambúrguer e almôndegas através da calorimetria direta e da composição centesimal. Comparação com informações nutricionais apresentadas nas embalagens. **Biosci. J**.Uberlândia, v. 25, n. 5, p. 141-148, Sept./Oct. 2009.

NEJAR, F. F; SEGALL-CORRÊA, A, M; REA, M, F; VIANNA, R. P. de T; PANIGASSi, G. Padrões de aleitamento materno e adequação energética. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 64-71, fev. 2004.

O'DONNELL, S. L; HOERR, S. L; MENDOZA, J. A; TSUEI GOH, E. Nutrient quality of fast food kids meals. **Am J Clin Nutr**. 2008;88: 1388-1395.

ONIS, M. de; ONYANGO, A.W de; BORGHI, E; SIYAM, A; NISHIDA, C; SIEKMANN, J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bull World Health Organ.** Sep;85(9):660-7, 2007. doi: 10.2471/blt.07.043497. PMID: 18026621; PMCID: PMC2636412.

OPAS, Organização Pan-americana de Saúde. **Obesidade entre crianças e adolescentes aumentou dez vezes em quatro décadas, revela novo estudo do Imperial College London e da OMS**. 10 out. 2017. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5527:obesidade-entre-criancas-e-adolescentes-aumentou-dez-vezes-em-quatro-decadas-revela-novo-estudo-do-imperial-college-london-e-da-oms&Itemid=820, Acesso em: 14 jan. 2019.

PRADO, L. A.; ALVES DOS SANTOS, R. A.; DE CARVALHO, L. M. F. Análise da composição nutricional de sanduíches e disponibilidade urbana de redes fast foods no município de Teresina-PI. **RBONE - Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 12, n. 69, p. 38-46, 6 fev. 2018.

RAMOS, A. T; CARVALHO, C. F de; GONZAGA, N. C; CARDOSO, A. S; NORONHA, J. A. F; CARDOSO, M. A. A. Perfil lipídico em crianças e adolescentes com excesso de peso. **Rev. Bras. Crescimento Desenvolv. Hum.**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 780-788, 2011.

RAMOS, M., STEIN, L. M. Desenvolvimento do comportamento alimentar infantil. **Jornal de Pediatria**, vol. 76, Supl.3, 2000.

REIS, C. E. G; VASCONCELOS, I. A. L.; BARROS, J. F. N. Políticas públicas de nutrição para o controle da obesidade infantil. **Rev. Paul. Pediatr.**, São Paulo , v. 29, n. 4, p. 625-633, Dec. 2011. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-05822011000400024&lng=en&nrm=iso>. access on 24 Mar. 2019. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-05822011000400024.

SÃO PAULO, Governo do Estado e São Paulo. Lei nº 14.677 Obriga as redes de "fast food" a informar aos consumidores o valor nutricional dos alimentos comercializados. **Diário Oficial - Executivo**, 30/12/2011, p.1. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2011/lei-14677-29.12.2011.html, acesso em: 25 mar. 2019.

SEMNANI-AZAD, M. J; SCOURBOUTAKOS, M. J; L´ABBE, M. R. Added sugars in kids' meals from chain restaurants. Added sugars in kids' meals from chain restaurants. **Preventive medicine reports**, *3*, 391-3. doi:10.1016/j.pmedr.2014.11.003.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Dados demográficos dos distritos pertencentes às Subprefeituras.** 2019. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/subprefeituras/dados_demograficos/index.php?p=12758, acesso em: 25 mar. 2019.

SILVA, M.R.; CERQUEIRA, F.M.; SILVA, P.R.M. Batatas fritas tipo palito e palha: absorção de gordura e aceitabilidade. **Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, SP. v.26, p. 51-62, dez., 2003.

SOUZA, R. J.; SWAIN, J. F; APPEL, L. J; SACKS, F. M. Alternatives for macronutrient intake and chronic disease: a comparison of the OmniHeart diets with popular diets and with dietary recommendations. ***Am J Clin Nutr***. 2008;88(1):1-11. doi:10.1093/ajcn/88.1.1

TANAMATI, A. A. C.; TANATAMI, A.; GANZAROLI, J. F.; SANCHEZ, J. L; SILVA, M. V. Estudo comparativo de metodos de extração de lipidios totais em amostras de origem animal e vegetal. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, Campo Mourão (PR), v.1, n.2, p.73-77, jul/dez., 2010.

VENANCIO, P.; AGUILAR, S.; PINTO, G. Obesidade infantil: um problema cada vez mais actual. **Rev Port Med Geral Fam**, Lisboa, v. 28, n. 6, p. 410-416, nov. 2012.

VIEGAS, C. et al. Oferta alimentar de menus infantis em restaurantes de centros comerciais portugueses: estudo qualitativo. **Acta Portuguesa de Nutrição:** Associação Portuguesa de Nutrição. 10-14, 2020.

UECHI, K. **Nutritional quality of meals offered to children (kids' meals) at chain restaurants in Japan.** Health Nutrition. Japão, [s.n.], n.p., 2018.

WHO, World Health Organization. **Childhood overweight and obesity. Geneva: WHO**; 2016. Disponível em: https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what/en/, acesso em:14 jan. 2019.

ZOUMAS-MORSE, C; ROCHA, C. L; SOBO, E. J; NEUHOUSER, M. L. Children's patterns of macronutrient intake and associations with restaurant and home eating**. J Am Diet Assoc**, 101:923-925, 2001.

CAPÍTULO 8

A PIMENTA ROSA *(SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS RADDI)* COMO ALIMENTO FUNCIONAL DE AÇÃO ANTIOXIDANTE E SEUS BENEFÍCIOS NO CONTROLE DA HIPERTENSÃO

Data de aceite: 01/10/2021
Data de Submissão: 06/07/2021

Istefany Florido Mendes Lopes
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Rio de Janeiro - Brasil
http://lattes.cnpq.br/5164366321224047

Thais Borges Carmona
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Rio de Janeiro - Brasil
http://lattes.cnpq.br/4968814303738958

Daniela Barros de Oliveira
Laboratório de Tecnologia de Alimentos - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Rio de Janeiro - Brasil
http://lattes.cnpq.br/1808919031341055

RESUMO: A pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) apresenta grande potencial de utilização na elaboração de alimentos funcionais, devido a presença de metabólitos secundários em sua composição como compostos fenólicos e terpenos que são associados às atividades biológicas antioxidante e cardiovascular dessa planta. Desta maneira, o objetivo deste trabalho consistiu em realizar um levantamento bibliográfico a respeito da análise fitoquímica dos extratos dos frutos da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi e compreender como este alimento funcional com propriedade antioxidante pode atuar auxiliando a circulação sanguínea. Foram coletados dados e informações de pesquisas realizadas no Departamento/Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA/UENF) a respeito do extrato da pimenta rosa como um alimento funcional antioxidante e anti-hipertensivo. E em materiais derivados de fontes e plataformas científicas. Assim observa-se como é importante o estudo de espécies naturais para o controle de inúmeras patologias principalmente a hipertensão considerando a função de biomoléculas antioxidantes vaso protetivas e anti-hipertensivas presentes no extrato da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi. Seus estudos ainda são pioneiros porém contribuem com o conhecimento e desenvolvimento de uma alternativa natural contrária a essa disfunção.
PALAVRAS-CHAVE: Antioxidante, metabólitos secundários, pimenta rosa, anti-hipertensiva, vasoprotetora.

THE PINK PEPPER *(SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS RADDI)* AS A FUNCTIONAL FOOD WITH ANTIOXIDANT AND ITS BENEFITS IN CONTROLLING HYPERTENSION

ABSTRACT: Pink pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) has a great potential for use in the preparation of functional foods, due to the presence of secondary metabolites in its composition, such as phenolic compounds and terpenes, which are associated with the biological antioxidant and cardiovascular activities of this plant. Thus, the objective of this work was to carry out a bibliographical survey regarding the phytochemical analysis of the extracts of the fruits of the species *Schinus terebinthifolius* Raddi and to understand how this functional

food with antioxidant property can act by helping blood circulation. Data and information were collected from research carried out at the Department/Laboratory of Food Technology (LTA/UENF) regarding pink pepper extract as an antioxidant and antihypertensive functional food. And in materials derived from scientific sources and platforms. Thus, it is observed how important the study of natural species is for the control of numerous pathologies, especially hypertension, considering the function of vasoprotective and anti-hypertensive antioxidant biomolecules present in the extract of the species *Schinus terebinthifolius* Raddi. These studies are still pioneering but contribute to the knowledge and development of a natural alternative to this dysfunction.
KEYWORDS: Antioxidant, secondary metabolites, pink pepper, antihypertensive, vasoprotective.

1 I INTRODUÇÃO

Os alimentos funcionais tem como principal função proporcionar benefícios para a saúde, inclusive na prevenção e no tratamento de doenças. Os exemplos de alimentos funcionais citados pelo International Food Information Council Foundation (IFIC) são: alimentos fortificados,frutas, hortaliças, grãos e alguns suplementos alimentares (IFIC, 2006).

Neste sentido, a *Schinus terebinthifolius* Raddi apresenta grande potencial de utilização na elaboração de alimentos funcionais (VERDI, 2015). Essa espécie arbórea é pertencente à família Anacardiaceae. Conhecida popularmente como pimenta rosa ou aroeira-vermelha, essa planta é nativa do Brasil e distribuída por todo território brasileiro (SOUSA et al. 2021). Desde 2009, a pimenta rosa faz parte do RENISUS (Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

A importância do estudo a partir dessa espécie vegetal promoveu sua inclusão desde a primeira edição da Farmacopeia Brasileira publicada em 1926 devido às suas aplicações biológicas baseadas principalmente no seu uso na medicina tradicional (GLÓRIA et al. 2018). Desde então, a pimenta rosa tem sido amplamente estudada acerca de suas propriedades terapêuticas.

Diferentes partes desta planta, como frutos, caule, casca do caule e folhas são utilizadas na medicina popular devido às suas propriedades farmacológicas como atividade antioxidante (SANTOS et al. 2014) e anti-hipertensiva (GLÓRIA et al. 2018).

Esse membro da família Anacardiaceae apresenta na sua composição metabólitos secundários como compostos fenólicos e terpenos, que são associados às suas atividades biológicas (CARVALHO et al. 2013). Os compostos fenólicos atuam como um bioativo natural na proteção contra doenças crônicas devido à sua atividade antioxidante bem discutida na literatura (SHAHIDI 2015; 2018). Além disso, os ácidos fenólicos, flavonoides são os principais compostos bioativos que têm relação com as atividades cardiovasculares e antioxidantes, encontradas em ervas e especiarias (RUBIÓ et al. 2013).

Condições como o estresse oxidativo podem contribuir no desenvolvimento de diferentes doenças como disfunções cardiovasculares e hipertensão, ocasionadas por lesões

em biomoléculas como os ácidos nucléicos, lipídios e as proteínas (RAHAL et al. 2014 e CIANCIOSI et al. 2018).

Portanto, o aprofundamento nos estudos com o fruto da espécie, que são escassos na literatura, possibilita a busca por fontes naturais de compostos bioativos que sejam acessíveis ao consumo da população, como a pimenta rosa. Logo, o objetivo deste trabalho consiste em realizar um levantamento bibliográfico a respeito da análise fitoquímica dos extratos dos frutos da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi e compreender como este alimento funcional antioxidante pode atuar auxiliando a circulação sanguínea. Desta forma, o uso de alimentos que apresentem efeitos atenuantes e moderadores no estresse oxidativo que desencadeiam diversas doenças, são de fundamental importância por proporcionar benefícios à saúde dos indivíduos.

2 | METODOLOGIA

O trabalho desenvolvido trata-se de um levantamento bibliográfico de caráter científico e seguiu os preceitos de estudo exploratório por meio das pesquisas bibliográficas.

Neste levantamento, foram coletadas informações descritas anteriormente pelo Departamento/Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA/UENF) sobre estudos realizados à respeito da análise fitoquímica dos extrato da pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) como um alimento funcional antioxidante e anti-hipertensivo e a partir de materiais já elaborados, constituintes de livros, monografias sobre a espécie em questão e artigos científicos.

As informações coletadas são de âmbito nacional e internacional, nas áreas de botânica, farmacologia, ciências da saúde e ciência animal. Coletadas de forma indiretas e baseadas em fontes secundárias como: Scielo®, PubMed®, Google Acadêmico®, ScienceDirect®, Wiley Online Librar®, Bibliotecas digitais da UNICAMP, USP, UENF, no período compreendido entre os meses de Novembro de 2019 e Março de 2021.

As buscas foram realizadas com as palavras-chave: *Schinus terebinthifolius* Raddi, antioxidante, anti-hipertensiva, metabólitos secundários, aspectos fitoquímicos e farmacológicos e suas respectivas traduções para o inglês: *Schinus terebinthifolius* Raddi, antioxidant, anti-hypertensive, secondary metabolites, phytochemical and pharmacological aspects.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Compostos fenólicos e atividade antioxidante de *Schinus terebinthifolius* Raddi

Após as pesquisas bibliográficas que se concentram em entender como funciona a ação antioxidante da pimenta rosa, de acordo com (LOPES et al. 2021) esta atividade é

responsável pela presença de metabólitos secundários presentes em seus frutos. O maior grupo de metabólitos secundários oriundos de fontes vegetais são os compostos fenólicos (MARTINS et al. 2016). Os compostos fenólicos possuem em sua estrutura um anel aromático ligado a uma ou mais hidroxila, esses compostos fitoquímicos, apresentam propriedades antioxidantes. Na natureza, estão sob forma livre ou ligados a açúcares e proteína e compõem dois grandes grupos: o primeiro constituído pelos ácidos fenólicos e flavonoides, e o segundo pelas cumarinas (SOARES, 2002).

Nesta perspectiva, a espécie *S. terebinthifolius* contém em seus frutos diversos compostos fenólicos tais como flavonoides, metil galato, ácido elágico, ácido gálico e catequina, cujo a estrutura química estão sendo representadas na Figura 1 (BERNARDES et al. 2014; FEUEREISEN et al. 2014, 2017; ROSAS et al. 2015; SERENIKI et al. 2016; NOCCHI et al. 2016; MACEDO, 2018).

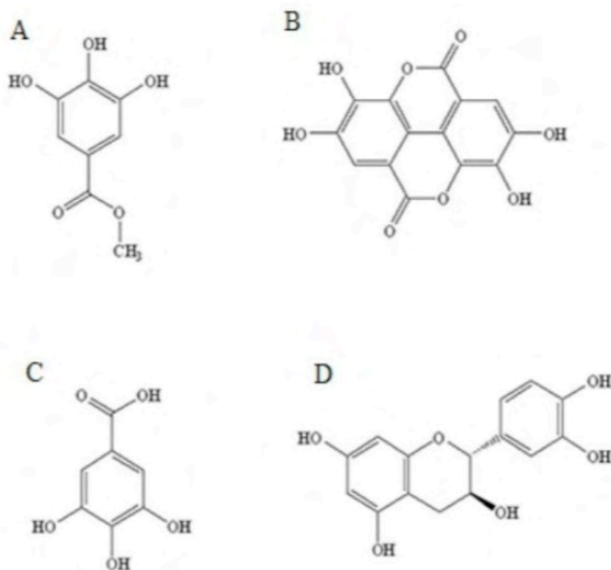



Figura 1: Estrutura química dos compostos fenólicos: metil galato (a), ácido elágico (b), ácido gálico (c), quatequina (d), presentes nos frutos da pimenta rosa (MACEDO, 2018).

A partir do extrato metanólico dos frutos da pimenta rosa, GLÓRIA et al. (2017) identificaram no fracionamento do extrato metanólico dos frutos da pimenta rosa o flavonóide naringenina, enquanto BERNARDES e et al. (2014) também a partir do extrato metanólico, isolaram o flavonóide apigenina.

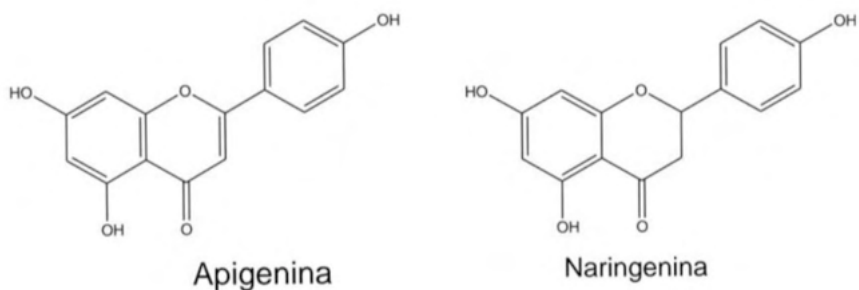



Figura 2: Estrutura química dos principais dos flavonóides naringenina e apigenina caracterizados em *Schinus terebinthifolius Raddi* (GLÓRIA et al. 2018).

Além disso, GOMES et al. (2013) em suas análises detectaram quanto à composição química *de S. terebinthifolius* consideráveis conteúdos de vitamina C. As estruturas químicas estão sendo representadas na figura 3 a seguir:

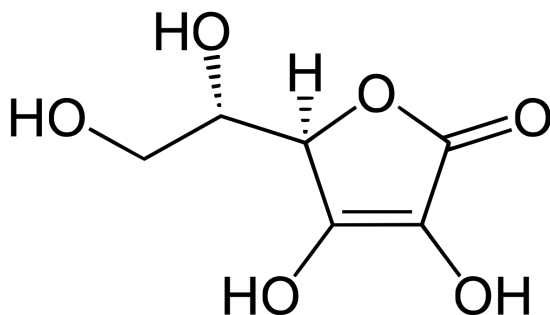



Figura 3: Estrutura química da Vitamina C (ácido ascórbico) detectável em frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi.

Fonte: Chemdraw.

As substâncias detectadas conferem a propriedade antioxidante da *S. terebinthifolius*. Os antioxidantes atuam reduzindo os efeitos prejudiciais dos radicais livres (FILIPOVIC et al. 2015). Eles funcionam como sequestradores de radicais livres e por vezes como quelantes de metais, agindo na iniciação e na propagação do processo oxidativo (LI et al. 2012; CESARI et al. 2013). Além disso, são capazes de atuar sobre o estresse oxidativo. De acordo com SHAHIDI (2015) e LIN et al. (2016) o mecanismo desta ação, supostamente está relacionado com a eliminação direta de radicais livres com grande influência na redução de doenças crônicas e doenças cardiovasculares.

Segundo LIGUORI (2018), para realizar a defesa do organismo dos efeitos do excesso de espécies reativas de oxigênio (EROs), existe o sistema de defesas antioxidantes

formado por linhas de defesa enzimática e não enzimática que atuam de forma cooperativa e coordenada no organismo. Entre os antioxidantes enzimáticos estão as enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutationa peroxidase (GPx). Enquanto que os antioxidantes não enzimáticos obtidos pela dieta são representados pelo αtocoferol (vitamina E), β-caroteno, ácido ascórbico (vitamina C), ácidos fenólicos, flavonoides e outros antioxidantes. Dentre as substâncias acima citadas, somente foram detectados nos extratos dos frutos da pimenta rosa o ácido ascórbico, flavonóides e ácidos fenólicos. Esses antioxidantes não enzimáticos, portanto, podem ajudar a defender o organismo de danos em ácidos nucléicos, proteínas e lipídeos causados pelas ERO, que são produzidas nas células durante o processo de oxidação (SINGH et al. 2016). Logo, o conhecimento sobre esses compostos fenólicos pode revelar seu potencial benefício à saúde e também contribuir para seu uso como fonte de conservantes naturais e antioxidantes, de doenças crônicas. (GOMES et al. 2013; TORRES et al. 2016; ULIANA et al. 2016).

3.2 ATIVIDADE CARDIOVASCULAR

3.2.1 Hipertensão

A hipertensão está ligada a pressão arterial, quando esta está elevada, o nível de forças tenses aplicada a parede do vaso é alto, trata-se de uma afecção muito comum (KOHLMANN et al. 1999) e é risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, comprometendo órgãos como coração, encéfalo, rins além de vasos sanguíneos podendo gerar complicações fatais (NOBRE et al. 2013).

A elevação da pressão sanguínea está associada diversos fatores a genética, a obesidade, a dislipidemia, a intolerância à glicose, pode ainda estar ligada a hiperinsulinemia secundária pela resistência à insulina, retenção de fluidos, motivo ambiental, visto que a mudança de hábitos, renal e por fim a vascular, é da constituição das paredes dos vasos um dos principais fatores para aumento de sua contratilidade gerando maior resistência vascular, o que culmina em um caso de hipertensão (NOBRE et al. 2013).

Trata-se de uma função do endotélio regular o tônus e resistência do vaso, produzindo substâncias vasodilatadoras e vasoconstritoras (NOBRE et al. 2013).

3.2.2 Mecanismo controlador do tônus vascular, sua disfunção e controle

O endotélio fica na região mais interna do vaso, em contato direto com o sangue, irá sentir suas alterações, transmitir sinais e atuar como mediador de eventos contráteis, crescimento e morte celular. Ele controla o tônus muscular, a hipertensão arterial (CARVALHO et al. 2001), a resposta inflamatória, agregação plaquetária, impede a formação de um fator crítico trombogênico, o fator tecidual e eventos coagulantes (GUADAGNIN, 2015).

O relaxamento do vaso ocorre por meio de estímulos à membrana de células endoteliais,

que se dão pela presença de acetilcolina, bradicinina, adenosina difosfato entre outros ou do atrito de células circulantes com a parede do vaso (endotélio). Esse processo resultará na ativação da eNOS, enzima óxido-nítrico-sintase endotelial, que a partir do aminoácido L-arginina, produz NO e este é logo difundido para a célula muscular (GUADAGNIN, 2015). Representado pela figura 5.

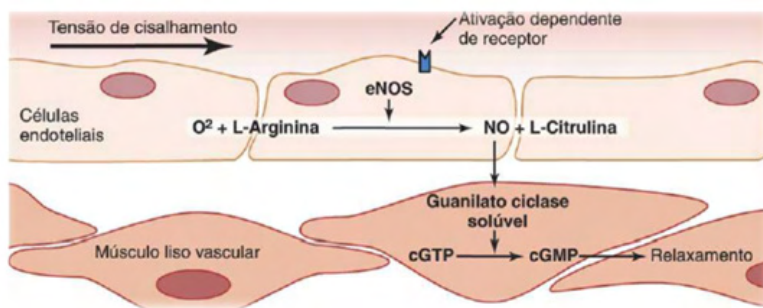



Figura 4- Processo de relaxamento provocado pela ação do óxido nítrico (GUYTON, 2011).

Na célula da musculatura lisa vascular ele ativa a guanilato ciclase solúvel, responsável pela transformação de GTP (guanosina trifosfato cíclica solúvel) em GMPc (guanosina monofosfato cíclica), esse GMPc irá causar uma vasodilatação (GUYTON, 2011).

A elevação da pressão arterial pode se dar devido a uma disfunção endotelial, desequilíbrio entre forças contráteis, como a presença das famosas ROS - espécies reativas de oxigênio e substâncias vasodilatadoras em que se destaca a via do óxido nítrico (CARVALHO et al. 2001).

Essa via produz, em células vasculares, através da enzima óxido nítrico sintase endotelial (eNOS), o NO e tenta manter essa produção vasoprotetora, mas esse funcionamento é exposto a uma série de riscos, em hábitos como o uso de cigarros, em taxas altas de glicose, lipídeos. Fatores que culminam num excesso de superóxido, O2- (ROS) na parede de vasos sanguíneos, um estresse oxidativo. (FORSTERMANN, 2006), criam um desequilíbrio, em que o músculo liso não conseguirá controlar concentração de cálcio, causando sua vasoconstrição (GEWALTIG, 2002; GUYTON, 2011; GUADAGNIN, 2015).

Vai também gerar uma menor efetividade da barreira endotelial, aumento na permeabilidade das células e isso possibilita que o LDL e leucócitos (indicativo de inflamação) se acumulem, estreitando a passagem do sangue, o que favorece o desenvolvimento da hipertensão e de outras doenças como a aterosclerose, hiperglicemia, diabetes, dislipidemia. Portanto o óxido nítrico (NO) é fator imprescindível para a vasorregulação (GUTIÉRREZ et al. 2018).

No entanto é devido a capacidade antioxidante de compostos fenólicos presentes em frutos da pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) essa vasorregulação torna-se

possível.

3.2.3 Atividade anti-hipertensiva.

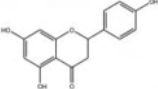
Aos frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi ainda foi designada a poderosa ação anti-hipertensiva atribuída ao seu conteúdo fenólico, mostrado na figura 6, altas concentrações de ácido gálico, flavonóides totais, dos quais a naringenina foi a identificada e sua capacidade antioxidante exerce inclusive uma proteção do sistema nervoso (GLÓRIA et al. 2017).

	Substância Identificada	Estrutura Química	Atividade Biológica	Referência
1)	Naringenina (flavanona)		• Atividade cardiovascular • Atividade antioxidante	Glória et al., 2017
2)	Ácido gálico (ácido fenólico)		• Atividade cardiovascular • Atividade antioxidante	Glória et al., 2017

Figura 5- Substâncias encontradas por GLÓRIA et al. (2017) no extrato metanólico dos frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi que possuem atividade cardiovascular e antioxidante.

Dentre os diversos tipos de flavonóides existem as flavononas, grupo formado por hesperidina, glicosil-hesperidina e naringina, estão presentes nos frutos cítricos e possuem poder de evitar trombos e ser anti-hipertensivo (GUTIÉRREZ et al. 2018). A Naringenina é um glicosídeo de naringina (ZAIDUN, 2018) e como fora dito, presente no extrato do fruto da pimenta rosa (GLÓRIA et al. 2017).

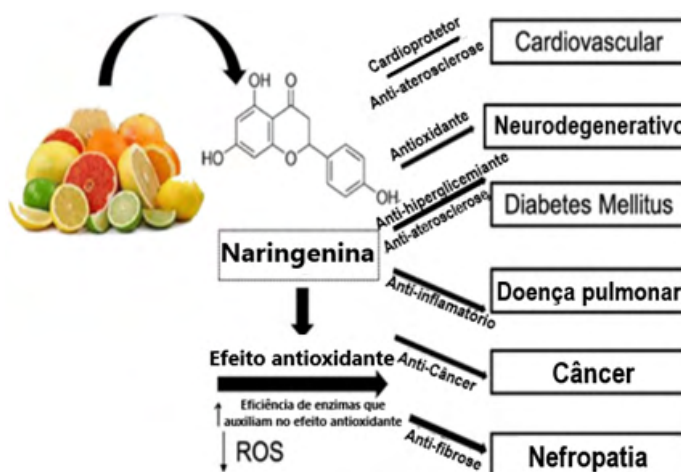



Figura 6- Ações do flavonóide Naringenina (Adaptado de ZAIDUN, 2018).

A naringenina mais que um importante poder antioxidante, redutor de ROS, atua aumentando a eficiência de enzimas, em problemas cardiovasculares, diabéticos,

cancerígenos, renais, pulmonares e neurodegenerativos, podendo ser usado em caráter profilático, como mostrado na figura 7 (ZAIDUN, 2018).

Além do flavonóide Naringenina, um dos constituintes do extrato metálico da pimenta rosa, é o ácido gálico (GLÓRIA et al. 2017) que apresenta propriedades antioxidantes, antimicrobiana, antimutagênica e é encontrado em alimentos contribuindo com sua qualidade (BARBOSA, 2010).

Suas maiores e mais importantes funções está no fato dele inibir atividades oxidativas, capturar radicais livres reativos ao oxigênio (EROs) e ao nitrogênio (ERN), portanto de serem potentes antioxidantes, estarem presentes na alimentação, serem usados como terapêuticos e configurarem caráter profilático a doenças como hipertensão, aterosclerose, diabetes, neurológicas degenerativas e cancerígenas (BARBOSA, 2010).

4 I CONCLUSÃO

As pesquisas bibliográficas realizadas buscaram compreender um pouco mais sobre compostos fenólicos presentes na espécie vegetal *Schinus terebinthifolius* Raddi e explicar como a ação antioxidante, no combate às ROS (espécies reativas ao oxigênio), é eficiente e eficaz para a circulação. Para isso foi necessário um estudo sobre o mecanismo de controle do tônus vascular dado pelo equilíbrio de substâncias vasoconstritoras e vasodilatadoras como o NO (óxido nítrico) e como a presença de radicais livres, principalmente as ROS pode ser prejudicial a esse sistema.

No endotelio de vasos sanguíneos, as células produzem óxido nítrico-NO, para que o músculo liso, justaposto, através da GMPc, diminua a concentração de cálcio no mesmo, contribuindo assim com a vasodinâmica. Quando esse NO interage com as ROS (espécies reativas ao oxigênio), cria-se um desequilíbrio, em que a maior concentração de cálcio no músculo liso causa a vasoconstrição. Contudo, menos radicais se formarão visto a administração antioxidante da pimenta rosa exercendo a vaso proteção.

Com as evidências e através de estudos prévios foi comprovado existência de ação vaso regulatória, dada principalmente pela atuação antioxidante, presente em compostos fenólicos da pimenta rosa. Esses estudos científicos e tecnológicos com *Schinus terebinthifolius* ainda são pioneiros porém contribuem com o conhecimento e desenvolvimento de uma alternativa natural contrária a essa disfunção.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, V.F. **Caracterização do perfil da ação do ácido gálico e seus derivados sobre processos oxidativos *in vitro* e *ex vivo***. [s.n]., 2010.

BERNARDES, N.R.; HEGGDORNE, A M., BORGES, I.F.J.C., ALMEIDA, F.M., AMARAL, E.P., LASSUNSKAIA, E.B., MUZITANO, M.F., OLIVEIRA, D.B. **Nitric oxide production, inhibitory, antioxidant and antimycobacterial activities of the fruits extract and flavonoid content of**

Schinus terebinthifolius. B. J. Pharmacogn., 2014.

CARVALHO, M. G.; MELO, A.G.N.; ARAGÃO, C.F.S.; RAFFIN, F. N.; MOURA, T. F. A. L. ***Schinus terebinthifolius*** **Raddi: chemical composition, biological properties and toxicity.** Rev B. de Plant Med., 2013.

CARVALHO, M. H. C. **Hipertensão arterial: o endotélio e suas múltiplas funções.** Rev Bras Hipertens., 2001.

CESARI, I.; HOERLÉ, M.; SIMONE P.C.; GRISOLI, P., QUEIROZ, E.F., DACARRO, C.; MARCOUT, L.; MOUNDIPA, P.F; CARRUPT, P.A.; CUENDET, M.; CACCIALANZA, G.; WOLFENDER, J.L.; BRUSOTTI, G. **Anti-inflammatory, antimicrobial and antioxidant activities of *Diospyros bipindensis* (Gürke) extracts and its main constituents**. J. Ethnopharmacol., 2013.

CIANCIOSI, D.; FORBES H. T.; AFRIN, S.; GASPARRINI, M.; REBOREDO, R. P.; MANNA, P.; ZHANG, J.; BRAVO L. L.; MARTÍNEZ, F. S.; AGUDO T. P.; QUILES, J.; GIAMPIERI, F.; BATTINO, M. **Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits: A Review.** Molecules., 2018.

FEUEREISEN, M.M.; GAMERO B. M.; ZIMMERMANN, B.F; SCHIEBER, A; SCHULZE, K, N. **Pressurized liquid extraction of anthocyanins and biflavonoids from *Schinus terebinthifolius* Raddi: A multivariate optimization.** Food Chem., 2017.

FEUEREISEN, M.M.; HOPPE, J.; ZIMMERMANN, B.F.; WEBER, F.; SCHULZE, K. N.; SCHIEBER, A. C**haracterization of phenolic compounds in brazilian pepper (*Schinus terebinthifolius* raddi) exocarp**. J. Agric. Food Chem., 2014

FILIPOVIC, M.; MARKOVIC, Z.; DOROVIC, J.; MARKOVIC, J.D; LUCIC, B.; AMIC, D. **QSAR of the free radical scavenging potency of selected hydroxybenzoic acids and simple phenolics.** Comptes Rendus Chim., 2015.

FORSTERMANN, U.; MUNZEL, T. **Endothelial nitric oxide synthase in vascular disease: from marvel to menace**. Circulation., 2006.

GEWALTIG, M.T.; KOJDA, G. **Vasoprotection by nitric oxide: mechanisms and therapeutic potential**. Cardiov research., 2002.

GLÓRIA, L.L.D.Sc. **Compostos fenólicos presentes nos frutos de pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi – Anacardiaceae) associados à atividade cardiovascular, antimicrobiana e antioxidante**. Uenf., 2018.

GLÓRIA, L.L.; ARANTES, S. M.B.; FARIA P.S.M.; SOUZA, V.G.; MARTINS, C.X.; CARVALHO, J.A.R.; ANTUNES, F.; BRAZ-FILHO, R.; VIEIRA, I.J.C.; CRUZ, L.L.; ALMEIDA, C.D.S.; PAIVA, F.S.; OLIVEIRA, D.B. **Phenolic compounds present schinus terebinthifolius raddi influence the lowering of blood pressure in rats**. Molecules., 2017.

GOMES, F.S., PROCÓPIO, T.F.; NAPOLEÃO, T.H.; COELHO, L.C.B.B.; PAIVA, P.M.G. **Antimicrobial lectin from S*chinus terebinthifolius* leaf**. J. Appl. Microbiol., 2013.

GUADAGNIN, V. **Influência do estresse oxidativo sobre regulação do tônus vascular e a eficácia das terapias antioxidantes,** [s.d]., 2015.

GUTIÉRREZ V.G. **Flavonoides en el tratamiento de la hipertensión en pacientes geriátricos**. R M del Instit Mexic del Seg Soci., 2018.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Elsevier, 2011.

INTERNATIONAL FOOD COUNCIL FOUNDATION – IFIC [s.n]., 2006.

KOHLMANN, J.O.; COSTA, G.A.; CARVALHO, M.H.C.; CHAVES, J.H.D.C.; MACHADO, C.A.; PRAXEDES, J.N; MION, J.D. **III Consenso Brasileiro de hipertensão arterial**. Arq. Br. de Endo & Metabol., 1999.

LI, W.J.; NIE, S.P.; LIU, X.Z.; ZHANG, H.; YANG, Y.; YU, Q.; XIE, M.Y. **Antimicrobial properties, antioxidant activity and cytotoxicity of ethanol-soluble acidic components from *Ganoderma atrum***. Food Chem., 2012.

LIGUORI, I.; RUSSO, G.; CURCIO, F.; BULLI, G.; ARAN, L.; DELLA-MORTE, D.; GARGIULO, G.; TESTA, G.; CACCIATORE, F.; BONADUCE, D.; ABETE, P. **Oxidative stress, aging, and diseases**. D. P. J. Clin. Interventions Agin., 2018.

LIN, D.; XIAO, M.; ZHAO, J.; LI, Z.; XING, B.; LI, X.; KONG, M.; LI, L.; ZHANG, Q.; LIU, Y.; CHEN, H.; QIN, W.; WU, H.; CHEN, S. **An Overview of Plant Phenolic Compounds and Their Importance in Human Nutrition and Management of Type 2 Diabetes**. Molecules., 2016.

LOPES, I.F.M; TRAVASSOS, C.E.P.F; OLIVEIRA, D.B. **Rações enriquecidas com *Schinus terebinthifolius*, um antioxidante natural como fonte antiviral**. In: XII Confict - V Conpg, Anais eletrônicos, Galoá., 2020.

MACEDO, N. B. **Pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi): compostos presentes nas frutas e sua atividade antioxidante e anti-inflamatória**. Ufse., 2018.

MARTINS, N., PETROPOULOS, S.; FERREIRA, I.C.F.R. **Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre- and post-harvest conditions: A review.** Food Chem., 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Plantas medicinais e fitoterapia na atenção básica.** Dep. de Atenção Básica. Brasil., 2017.

NOBRE, F.; COELHO, E. B.; LOPES, P. C.; GELEILETE, T. J. M. **Hipertensão arterial sistêmica primária**. [s.n]., 2013.

NOCCHI, S. R.; MOURA-COSTA, G.F.; NOVELLO, C.R.; RODRIGUES, J.; LONGHINI, R.; MELLO, J.C.P.; UEDA-NAKAMURA, T. ***In vitro* cytotoxicity and Anti-herpes simplex virus Type 1 activity of hydroethanolic extract, fractions, and isolated compounds from stem bark of *Schinus terebinthifolius* raddi.** Pharmac Mag., 2016.

RAHAL, A.; KUMAR, A.; SINGH, V.; YADAV, B.; TIWARI, R.; CHAKRABORTY, S.; DHAMA, K. **Oxidative Stress, Prooxidants, and Antioxidants**. T. I. BioMed Research Internat., 2014.

ROSAS, E. C.; CORREA, L. B.; PÁDUA, T.D.A.; COSTA, T.E.M. M.; LUIZ MAZZEI, J.; HERINGER, A.P.; BIZARRO, C.A.; KAPLAN, M.A.C.; FIGUEIREDO, M.R.; HENRIQUES, M.G. **Anti-inflammatory effect of *Schinus terebinthifolius* Raddi hydroalcoholic extract on neutrophil migration in zymosan-**

induced arthritis. J. Ethnoph., 2015.

RUBIÓ, L.; MOTILVA, M.J.; ROMERO, M.P. **Recent Advances in Biologically Active Compounds in Herbs and Spices: A Review of the Most Effective Antioxidant and AntiInflammatory Active Principles.** C. R. Food Scien and Nutri., 2013.

SANTOS, A.; MARQUES, M.; SOARES, A.K., FARIAS, L., FERREIRA A.; CARVALHO, M. **Potencial antioxidante de antocianinas em fontes alimentares: Rev. Interdiscip**., 2014.

SERENIK, A.; MEDEIROS, L.C.F.B.; SILVA, S.N.; SILVA, J.B.R.; PEIXOTO, S. T.J.S.; SILVA, J.R.; A. L.D.S.; SMAILIC, S.S.; WANDERLEY, A.G.; LAFAYETTE, S.S.L. ***Schinus terebinthifolius* administration prevented behavioral and biochemical alterations in a rotenone model of Parkinson's disease.** Brazilian J. Pharmacogn., 2016.

SHAHIDI, F., AMBIGAIPALAN, P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages andspices: **Antioxidant activity and health effects - A review.** J. Funct. Foods., 2015.

SHAHIDI, F.; YEO, J. **Bioactivities of Phenolics by Focusing on Suppression of Chronic Diseases: A Review. International** J. of Molec. Sciences, 2018.

SINGH, P.K., KUMAR, V. RAWAT, P. **Anti-hypertensive medicinal plants and their mode of action.** J. Herb. Med., 2016.

SOARES, S.E. **Ácidos fenólicos como antioxidantes**. R N. PUCCAMP., 2002.

SOUSA C. E.F.P.; OLIVEIRA B. D. ***Schinus terebinthifolius* Um Antioxidante Natural Como Alimento Funcional e Sua Ação Como Antiviral. anais eletrônicos** In: XII Confict - V conpg -Galoá., 2020.

TORRES, K., LIMA, S., UEDA, S., **Activity of the aqueous extract of *Schinus terebinthifolius* Raddi on strains of the *Candida genus*.** Rev. Bras. Ginecol. e Obs. RBGO Gynecol., 2016.

ULIANA, M.P., FRONZA, M.; SILVA, A.G.; VARGAS, T.S.; ANDRADE, T.U.; SCHERER, R. **Composition and biological activity of Brazilian rose pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) leaves.** Ind. Crops Prod., 2016.

VERDI, J; FAKHOURI, F.M; VIEIRA, M.C; ZANATTA, S; CASARI, A; MARTELLI, S.M. **Avaliação da composição centesimal, teor de fenólicos e carotenóides em pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius*),** Anais eletrônicos - SLACA Galoá, 2015.

ZAIDUN, N.H.; THENT, ZARCHI, A.B.D; LATIFF, A. **Combatendo transtornos de estresse oxidativo com flavonóides cítricos: Naringenina.** R. Ciênc. da vida, 2018.

CAPÍTULO 9

ELABORACIÓN DE PURÉ DE FRIJOL *(PHASEOLUS VULGARIS L.)* FORTIFICADO CON ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA): UNA ALTERNATIVA NUTRITIVA PARA ZONAS POPULARES

Data de aceite: 01/10/2021

Rafael López-Cruz
Laboratorio Integral de Investigación en Alimentos, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tepic, Nayarit, México.
rafaellc10@hotmail.com
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8575-384X

Juan Arturo Ragazzo-Sánchez
Laboratorio Integral de Investigación en Alimentos, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tepic, Nayarit,
arturoragazzo@hotmail.com
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2298-3306

Montserrat Calderón-Santoyo
Laboratorio Integral de Investigación en Alimentos, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tepic, Nayarit
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8744-1815

RESUMEN: El DHA aporta beneficios a la salud, sin embargo, su ingesta en países occidentales es baja, una opción de consumo sería adicionarlo en un alimento de amplia cobertura en México como el frijol. El objetivo fue formular un producto de frijol listo para su consumo, fortificado con DHA. El producto fue estandarizado utilizando dos concentraciones de aceite y dos tiempos de freído, seleccionando mediante evaluación sensorial la de mayor concentración de aceite y menor tiempo de freído. Tres variedades de frijol fueron evaluadas sensorialmente, seleccionándose la variedad azufrado-Higuera. Tres concentraciones de antioxidante BHT fueron evaluadas sobre la estabilidad del DHA, encontrando que 50 ppm de BHT mantiene estable al ácido graso durante su almacenamiento a tres temperaturas y después del recalentamiento convencional y microondas. La adición del ácido graso no afectó la preferencia sensorial del producto. La vida de anaquel del producto almacenado a 25 °C es de 13 meses.

PALABRAS CLAVE: Frijol, fortificado, DHA, estabilidad.

PREPARATION OF BEAN PUREE (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) FORTIFIED WITH DOCOSAHEXAENOIC ACID (DHA): A NUTRITIOUS ALTERNATIVE FOR POPULAR AREAS

ABSTRACT: Docosahexaenoic acid (DHA) provides human health benefits, however, its intake quantities in Western countries are low. An option for DHA ingesting would be to add it to a food with wide coverage and consumption in Mexico such as beans. The objective was to formulate a ready-to-eat bean product, fortified with DHA. The product was standardized using two oil concentrations and two frying times, selecting by sensory evaluation the one with the highest oil concentration and the shortest frying time. Three fried bean cultivars were sensory evaluated, selecting the cultivar Azufrado-Higuera. Three concentrations of antioxidant BHT were evaluated on the stability of DHA, finding that 50 ppm of BHT keeps the fatty acid stable during storage at three temperatures and after conventional reheating and microwaves. The addition of the fatty acid did not affect the sensory

preference of the product. The shelf life of the product stored at 25 ° C is 13 months.
KEYWORDS: Beans, fortified, DHA, stability

1 I INTRODUCCIÓN

El ácido docosahexaenoico (DHA, 22:6n-3) es un ácido graso altamente insaturado de cadena larga, pertenece a los ácidos omega 3, está formado por 22 carbonos en su cadena de acilo que incluye 6 dobles enlaces (TVRZICKA, *et al.*, 2011). Químicamente se describe como ácido *cis*-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico, cuyos números representan el átomo de carbono donde se posiciona la insaturación (CALDER, 2016).

El DHA posee actividad biológica, podría disminuir la incidencia y el progreso de una serie de enfermedades humanas, incluido el cáncer (SUN, *et al.*, 2013), enfermedades cardiovasculares (CARRERO, *et al.*, 2004), depresión (HALLAHAN, *et al.*, 2007), demencia y Alzheimer (SCHAEFER, *et al.*, 2006), trastorno por déficit de atención e hiperactividad (STEVENS, *et al.*, 2003), entre otros.

El adecuado aporte de DHA en forma directa o como suplementación, durante toda la vida, particularmente durante el embarazo y la lactancia promueven un adecuado desarrollo cerebral durante la vida intrauterina y los primeros años de vida, especialmente en las funciones cognitivas y visuales (HARRIS, 2015, VALENZUELA, MORALES, *et al.*, 2013), mientras que una alta ingesta de DHA en la vida adulta, sería fundamental para una conservación del tejido cerebral durante el envejecimiento ayudando a prevenir el deterioro cognitivo (HEINRICHS, 2010).

Los peces grasos y azules como el salmón, arenque, sardina, trucha y atún, así como el aceite de pescado son la principal fuente alimenticia de DHA, con valores que van de 1 a 1.75% (CALDER, 2016), sin embargo, la ingesta de estos peces en países occidentales es muy baja (BRADBURY, 2011, BRUNEEL, *et al.*, 2013), lo que ha llevado al desarrollo de nutracéuticos mediante su encapsulación o su fortificación en alimentos (GANESAN, *et al.*, 2014, KOLANOWSKI y LAUFENBERG, 2006) ya sea de fuente de peces o algas.

Dentro de las estrategias eficaces para corregir las deficiencias de nutrientes de la población, se encuentra la adición de los mismos en un alimento, generalmente alimentos básicos que consume la mayoría de la población, con amplia cobertura y bajo costo (SCRIMSHAW, 2005).

En México, el frijol es un producto de gran importancia en la dieta básica nacional, forma la principal guarnición que acompaña a los platillos, además de ser la principal fuente de proteínas de los estratos bajos de la sociedad mexicana (SAGARPA, 2017). Durante los últimos años, se han observado modificaciones importantes en el consumo de frijol, observándose un mercado de consumo en crecimiento para el frijol procesado (RODRÍGUEZ-LICEA, *et al.*, 2010). El objetivo del estudio consistió en elaborar un producto de frijol listo para su consumo fortificado con DHA y evaluar algunos parámetros fisicoquímicos del mismo.

2 I MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales y reactivos

Se utilizó frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cosechado en el estado de Nayarit (México) cultivares Negro-Jamapa, Azufrado-Higuera y Flor de Junio-Marcela. Se utilizó el producto DHA-EPA 50 30 en aceite, y antioxidante BHT en polvo, de la marca Trophē Ingredientes (Monterrey, México).

2.2 Estandarización del proceso

Se realizó limpieza y lavado de frijol, luego se colocó a imbibición en agua durante 12 horas, relación 1:3 (m/v, grano: agua), se realizó drenado y se llevó a cocción en agua durante 140 minutos a presión atmosférica. Se realizó la molienda en un molino de discos NIXTAMATIC, usando discos para molienda en húmedo, ajustando la distancia entre éstos de 4 mm. La pasta obtenida fue freída en aceite comercial con alto contenido en ácido oleico, en concentraciones de 4 y 6 mL/100 g de producto, durante 3 y 6 min. Para determinar el mejor tratamiento, se realizó una prueba sensorial de preferencia por ordenamiento. Se evaluó el efecto de tres variedades de frijol: Negro-Jamapa, Azufrado-Higuera y Flor de Junio-Marcela sobre la preferencia del producto, para lo cual se aplicaron las condiciones seleccionadas de la primera evaluación sensorial y se realizó una segunda evaluación para elegir solo una de ellas.

2.3 Análisis sensorial

Se realizó una prueba de preferencia por ordenamiento (ordenando de las muestras de mayor a menor preferencia) mediante un panel de 50 jueces no entrenados, a los que se les presentaron las muestras codificadas. Se utilizó la misma metodología para las diferentes etapas de la investigación.

2.4 Adición y estabilidad del DHA

Se evaluaron tres concentraciones de antioxidante BHT (0, 25 y 50 ppm) y dos tipos de recalentamiento (1 min en microondas y 2 min en estufa) sobre la estabilidad del DHA. El antioxidante junto al DHA (100 mg/ 130 g de producto) fueron adicionados al producto en la etapa de freído, posteriormente se realizó el empacado a vacío en bolsas trilaminadas (PET/ Polipropileno/Polietileno), se llevó a esterilización comercial (121 °C, 15 min) y se almacenó a 30, 45 y 60 °C para realizar pruebas de vida de anaquel acelerado.

2.5 Identificación de DHA por cromatografía de gases

La extracción de lípidos de las muestras se realizó mediante uso de solventes hexano/ metanol (2:1, v/v) en agitación a 125 rpm por 12 h, se realizó filtrado después de centrifugación a 3000 rpm a 5°C por 10 min, se decantó la fase acuosa y la fase orgánica (sobrenadante) se secó en atmosfera de vacío a 40°C hasta obtener los lípidos. La esterificación de los ácidos

grasos se realizó mediante solución metanólica de trifluoruro de boro. Para la identificación y cuantificación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos obtenidos, se utilizó estándar del éster metílico del ácido graso DHA (≥98%). Se utilizó un cromatógrafo de gases (Marca Varian Modelo CP-3800), la detección de los ácidos grasos fue por ionización de llama (FID). Las condiciones del cromatógrafo fueron las siguientes: temperatura del inyector 250 °C, temperatura del detector 230 °C. En la columna, un gradiente de temperatura en donde la temperatura inicial 50 °C, aumentando 8 °C/ min hasta 200 °C, se sostuvo por 2 minutos y nuevamente se aumentó 1 °C/min hasta 230 °C. El gas acarreador fue nitrógeno.

2.6 Vida de anaquel

Se evaluaron parámetros fisicoquímicos utilizando las metodologías oficiales de la AOAC correspondientes a la determinación de humedad, actividad de agua, acidez titulable, pH y color. Los análisis microbiológicos se realizaron de acuerdo a las normas oficiales mexicanas, evaluando mesófilos anaerobios, coliformes totales, hongos y levaduras. Los análisis se realizaron cada 7 días durante 12 semanas. Se obtendrá el valor de vida de anaquel a 25 °C mediante la ecuación 1.

$$Vida\ de\ anaquel\ a\ 25\ °C = \frac{Q10 * Vida\ de\ anaquel\ a\ temperatura\ T * (T + 273.15)}{(25\ °C + 273.15)}$$

Donde Q_{10} es el valor del factor entre la relación del tiempo de vida de anaquel a dos temperaturas y, T es la temperatura de almacenamiento de las muestras.

2.7 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de la varianza (ANOVA), además de una prueba de comparación de medias (LSD de Fisher) para determinar diferencias entre tratamientos con un nivel de significancia de α=0.05, utilizando el paquete estadístico para Windows *STATISTICA* versión 10.

3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Selección de tratamiento

La concentración de aceite añadido y el tiempo de freído afectaron los parámetros fisicoquímicos ($p<0.05$) de humedad, acidez titulable y luminosidad en el caso del color, pero no se afectó la actividad de agua ni el pH (cuadro 1). Los tratamientos con mayor tiempo de freído presentaron menor cantidad de humedad, mayor acidez y menor luminosidad, los cuales, al estar expuestos por mayor tiempo a altas temperaturas, permitieron mayor evaporación de agua, afectando la acidez del producto debido probablemente a la hidrólisis de triacilglicéridos y liberación de ácidos grasos (BADUI, 2006). La disminución en los valores de luminosidad puede ser explicado por un pardeamiento no-enzimático ocurrido durante el

proceso de freído, debido a la formación de pigmentos oscuros (ALVIS, *et al.*, 2008).

Tratamiento			Humedad (g/100 g)	Acidez titulable (g/100 g)	Color			Actividad de agua	pH
	Tiempo (min)	Concentración de aceite (mL/100g)			L*	C*	h*		
1	3	4	68.4 ± 0.5^{a}	6.26 ± 0.05^{b}	50.8 ± 0.4^{ab}	10.7 ± 0.6^{a}	53.8 ± 0.5^{a}	0.973 ± 0.07^{a}	6.26 ± 0.05^{a}
2	3	6	66.8 ± 0.4^{b}	6.27 ± 0.05^{c}	50.9 ± 0.7^{a}	9.5 ± 0.5^{b}	53.4 ± 0.2^{a}	0.975 ± 0.06^{a}	6.27 ± 0.05^{a}
3	6	4	64.9 ± 1.0^{c}	6.25 ± 0.05^{a}	49.1 ± 1.5^{b}	10.4 ± 0.3^{ab}	53.6 ± 0.7^{a}	0.970 ± 0.06^{a}	6.25 ± 0.05^{a}
4	6	6	64.4 ± 1.2^{c}	6.26 ± 0.05^{bc}	49.5 ± 0.9^{ab}	10.4 ± 0.5^{ab}	53.3 ± 1.1^{a}	0.969 ± 0.06^{a}	6.26 ± 0.05^{a}

Cuadro 1 - Efecto de la concentración de aceite y tiempo de freído de puré de frijol sobre los parámetros fisicoquímicos

El efecto del tiempo de freído y concentración de aceite sobre la preferencia del producto se muestra en la figura 1. Se observó una tendencia en la preferencia por el tratamiento 2, encontrándose diferencia significativa ($p<0.05$) respecto a los tratamientos 1 y 3. Los evaluadores tendieron a preferir las muestras con mayor contenido de aceite, durante el freído, el agua tiende a evaporarse, dejando espacios libres dentro del alimento, donde el aceite reemplaza al agua evaporada, confiriendo mejor textura y palatabilidad (CHOE, 2007), siendo el tratamiento número 2 (3 minutos de freído y concentración de aceite de 6mL/100 g de producto) el que se eligió para determinar la preferencia sensorial por la variedad de frijol. La evaluación sensorial de las variedades de frijol se observa en la figura 2, se encontró que la variedad de frijol Azufrado-Higuera obtuvo mayor preferencia por el panel de jueces. Las variedades de frijol claro son mayormente consumidas en la zona de estudio, lo que explica el comportamiento de la preferencia de los evaluadores (RODRÍGUEZ-LICEA, *et al.*, 2010).

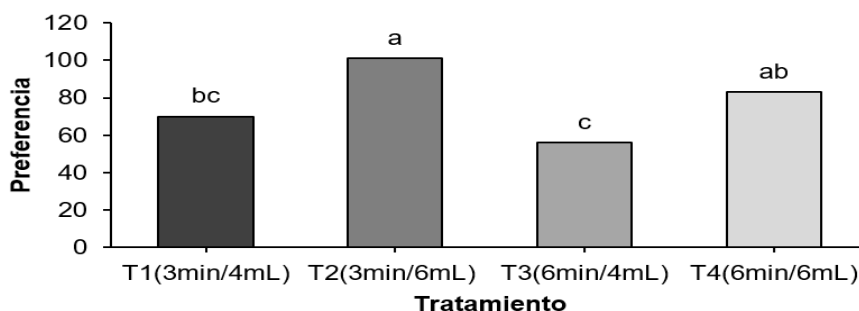



Figura 1 - Efecto de la concentración de aceite y tiempo de freído sobre la preferencia de frijoles refritos cv. Negro Jamapa.

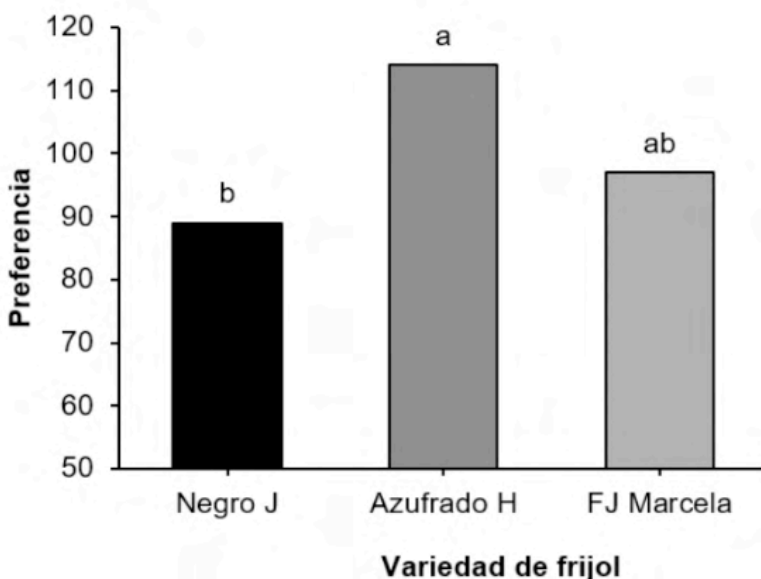



Figura 2 - Efecto de tres variedades de frijol sobre la preferencia de frijoles refritos.

3.2 Vida de anaquel

La figura 3 muestra que la cantidad de antioxidante BHT presentó efecto sobre el crecimiento de microorganismos durante el almacenamiento de las muestras. Se pudo observar que, sin adición de antioxidante, las muestras presentaron crecimiento de microorganismos desde la primera semana de almacenamiento a 30 y 45 °C, mientras que con adición de 25 ppm de BHT; el producto es estable hasta la semana 7, donde no se reportó presencia de microorganismos. La concentración más alta de antioxidante utilizada (50 ppm) mantiene microbiológicamente estable al producto durante mayor tiempo de almacenamiento (10 semanas) a 45 °C. GUTIÉRREZ-LARRAÍNZAR, et al. (2013) encontraron acción antimicrobiana de antioxidantes sintéticos, entre éstos el BHT. El mecanismo de acción elucidado por GARCÍA-GARCÍA y PALOU-GARCÍA (2008) menciona que al ser el BHT un compuesto fenólico, lesiona la membrana celular de los microorganismos, provocando la liberación de componentes celulares necesarios para el desarrollo de los mismos. No se reportó crecimiento de microorganismos coliformes totales en ninguna de las temperaturas de almacenamiento. A una temperatura de 60 °C no se reportó crecimiento de ningún tipo de microorganismo, debido a que esa temperatura las células microbianas no son viables.

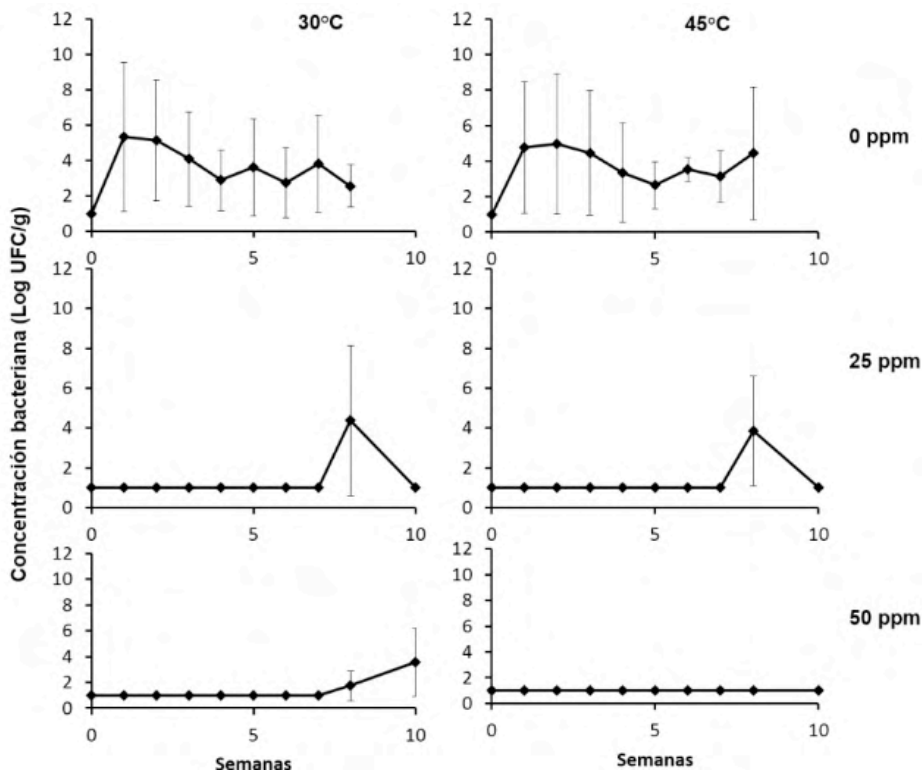



Figura 3. Efecto de la concentración de BHT y temperatura de almacenamiento sobre el crecimiento de microorganismos.

El parámetro de luminosidad de la escala de color CIE-Lab se mantuvo estable durante 10 semanas de evaluación para las muestras almacenadas a 30 °C (Fig. 4), mientras que a 45 y 60 °C de almacenamiento la luminosidad disminuye respecto al tiempo, es decir, el producto se va oscureciendo, debido a reacciones de pardeamiento no enzimático y por la oxidación de carotenoides. A 60 °C, la luminosidad solo permanece estable durante las primeras cinco semanas con 50 ppm de antioxidante BHT. Por lo que se consideraron las variables que presentaron mejor correlación con el tiempo de almacenamiento, es decir, que fueron influenciadas por el período de incubación. Siendo el color (luminosidad), la variable utilizada para la predicción de la vida de anaquel. Se calculó el valor del factor Q_{10} relacionando el logaritmo natural del tiempo de vida de anaquel obtenido mediante las pruebas aceleradas respecto a las temperaturas de almacenamiento, obteniendo un valor de Q_{10}=10.47.

De acuerdo a la ecuación utilizada, la predicción de la vida de anaquel del producto terminado resultó en 391 días, es decir, 13 meses de almacenamiento a una temperatura de 25°C.

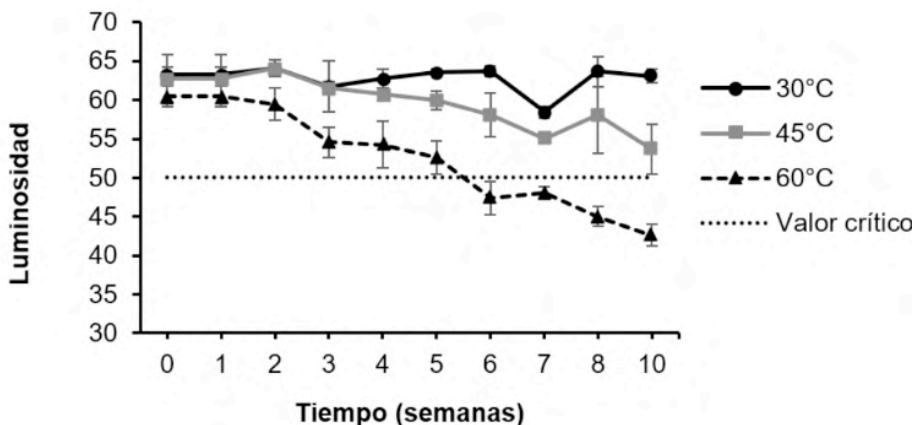



Figura 4. Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la luminosidad del producto.

Se puede apreciar en la figura 5 que el recalentamiento ya sea por microondas o convencional en estufa no afecta la estabilidad del DHA, sin embargo, se puede observar que se reduce su cantidad a la mitad durante el almacenamiento de 2 semanas. A pesar de las temperaturas alcanzadas durante el calentamiento del producto, no se ve afectada la concentración del ácido graso, de manera que el antioxidante BHT participa en la protección del DHA debido a que es un antioxidante primario o interruptor de cadena, actuando en la etapa de propagación reaccionando con los radicales para convertirlos en compuestos más estables (DELGADO, *et al.*, 2015).

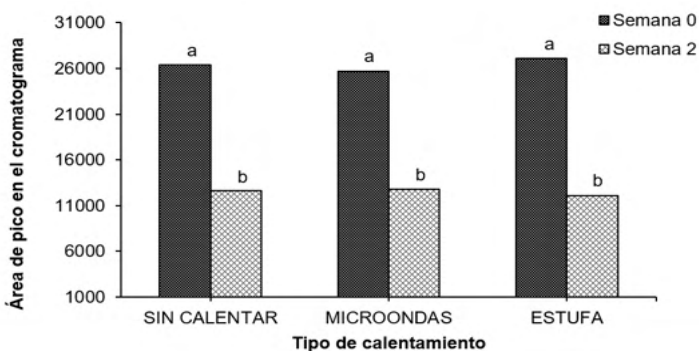



Figura 5. Área de pico en la determinación de DHA por cromatografía de gases en muestras con diferentes tipos de calentamiento almacenados a 30°C durante dos semanas.

4 I CONCLUSIONES

Se obtuvo un producto de frijol fortificado con DHA, el cual puede ser una opción de consumo que contribuya a reducir la carencia de este ácido graso en la dieta,

permaneciendo éste estable aún después del recalentamiento. La adición de antioxidante BHT presentó un efecto antimicrobiano al retardar su crecimiento y desarrollo durante el período de prueba. Se estandarizó el proceso de freído de frijol, seleccionándose el tratamiento con 6 mL de aceite /100 g de producto y 3 minutos de freído. La variedad de frijol claro fue mayormente preferida por el panel de jueces, siendo de mayor consumo en la región occidente de México. No se afectó la preferencia sensorial del producto con DHA en diferentes concentraciones utilizadas; 50, 75 y 100 mg/ 130 g de producto. El tiempo de vida de anaquel predicha para el producto terminado fue de 13 meses. De acuerdo al perfil de ácidos grasos obtenido mediante el análisis cromatográfico, el DHA se mantuvo estable después del recalentamiento, permaneciendo presente en el alimento durante el almacenamiento.

REFERENCIAS

ALVIS, A., VILLADA, H. S., VILLADA, D. C. “Efecto de la temperatura y tiempo de fritura sobre las caracterí sticas sensoriales del ñame (dioscorea alata)”, **Informacion Tecnologica**, v. 19, n. 5, p. 19–26, 2008. DOI: 10.1612/inf.tecnol.3958bit.07.

BADUI DERGAL, S. **Química de los alimentos**. Cuarta edición. México, PEARSON EDUCACIÓN, 2006.

BRADBURY, J. “Docosahexaenoic acid (DHA): An ancient nutrient for the modern human brain”, **Nutrients**, v. 3, n. 5, p. 529–554, 2011. DOI: 10.3390/nu3050529.

BRUNEEL, C., LEMAHIEU, C., FRAEYE, I., *et al.* “Impact of microalgal feed supplementation on omega-3 fatty acid enrichment of hen eggs”, **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 2, p. 897–904, 2013. DOI: 10.1016/j.jff.2013.01.039.

CALDER, P. C. “Docosahexaenoic Acid”, **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 69, n. Suppl. 1, p. 8–21, 2016. DOI: 10.1159/000448262.

CARRERO, J. J., BARÓ, L., FONOLLÁ, J., *et al.* “Cardiovascular effects of milk enriched with ω-3 polyunsaturated fatty acids, oleic acid, folic acid, and vitamins e and B6 in volunteers with mild hyperlipidemia”, **Nutrition**, v. 20, n. 6, p. 521–527, 2004. DOI: 10.1016/j.nut.2004.03.017.

CHOE, E., MIN, D. B. “Chemistry of deep-fat frying oils”, **Journal of Food Science**, v. 72, n. 5, 2007. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00352.x.

DELGADO, A. E., PALACIO, O., APERADOR, W. “Efecto de butil hidroxitolueno (BHT) en la estabilidad oxidativa de un lubricante a base de aceite de ajonjolí”, **Informacion Tecnologica**, v. 26, n. 4, p. 81–88, 2015. DOI: 10.4067/S0718-07642015000400011.

GANESAN, B., BROTHERSEN, C., MCMAHON, D. J. “Fortification of Foods with Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids”, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, n. 1, p. 98–114, 2014. DOI: 10.1080/10408398.2011.578221.

GARCÍA-GARCÍA, R. M., PALOU-GARCÍA, E. “Mecanismos de acción antimicrobiana de timol y carvacrol sobre microorganismos de interés en alimentos”, **Temas Selectos de Ingeniería en**

Alimentos, v. 2, n. 2, p. 41–51, 2008.

GUTIÉRREZ-LARRAÍNZAR, M., RÚA, J., DE ARRIAGA, D., *et al.* “In vitro assessment of synthetic phenolic antioxidants for inhibition of foodborne Staphylococcus aureus, Bacillus cereus and Pseudomonas fluorescens”, **Food Control**, v. 30, n. 2, p. 393–399, 2013. DOI: 10.1016/j.foodcont.2012.07.047.

HALLAHAN, B., HIBBELN, J. R., DAVIS, J. M., *et al.* “Omega-3 fatty acid supplementation in patients with recurrent self-harm: Single-centre double-blind randomised controlled trial”, **British Journal of Psychiatry**, v. 190, n. FEB., p. 118–122, 2007. DOI: 10.1192/bjp.bp.106.022707.

HARRIS, W. S., BAACK, M. L. “Beyond building better brains: Bridging the docosahexaenoic acid (DHA) gap of prematurity”, **Journal of Perinatology**, v. 35, n. 1, p. 1–7, 2015. DOI: 10.1038/jp.2014.195.

HEINRICHS, S. C. “Dietary ω-3 fatty acid supplementation for optimizing neuronal structure and function”, **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 54, n. 4, p. 447–456, 2010. DOI: 10.1002/mnfr.200900201.

KOLANOWSKI, W., LAUFENBERG, G. “Enrichment of food products with polyunsaturated fatty acids by fish oil addition”, **European Food Research and Technology**, v. 222, n. 3–4, p. 472–477, 2006. DOI: 10.1007/s00217-005-0089-8.

RODRÍGUEZ LICEA, G., GARCÍA SALAZAR, J., REBOLLAR, S., *et al.* “Preferencias del consumidor de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en México: factores y características que influyen en la decisión de compra diferenciada por tipo y variedad”, **Paradigma económico**, v. 2, n. 1, p. 121–145, 2010.

SAGARPA. **Planeacion agrícola nacional FRIJOL**. 2017. Secretaria De Agricultura. Disponível em: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/ 255627/Planeaci_n_Agr_cola_Nacional_2017-2030-_parte_uno.pdf.

SCHAEFER, E. J., BONGARD, V., BEISER, A. S., *et al.* “Plasma phosphatidylcholine docosahexaenoic acid content and risk of dementia and alzheimer disease: The framingham heart study”, **Archives of Neurology**, v. 63, n. 11, p. 1545–1550, 2006. DOI: 10.1001/archneur.63.11.1545.

SCRIMSHAW, N. S. “La Fortificación de Alimentos: Una Estrategia Nutricional Indispensable”, **An Venez Nutr**, v. 18, n. 1, p. 64–68, 2005. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-07522005000100012&script=sci_arttext.

STEVENS, L., ZHANG, W., PECK, L., *et al.* “EFA Supplementation in Children with Inattention, Hyperactivity, and other Disruptive Behaviors”, **Lipids**, v. 38, n. 10, p. 1007–1021, 2003. DOI: 10.1007/s11745-006-1155-0.

SUN, S.-N., JIA, W.-D., CHEN, H., *et al.* “Docosahexaenoic acid (DHA) induces apoptosis in human hepatocellular carcinoma cells.”, **International journal of clinical and experimental pathology**, v. 6, n. 2, p. 281–9, abr. 2013.

TVRZICKA, E., KREMMYDA, L.-S., STANKOVA, B., *et al.* “FATTY ACIDS AS BIOCOMPOUNDS: THEIR ROLE IN HUMAN METABOLISM, HEALTH AND DISEASE - A REVIEW. PART 1: CLASSIFICATION, DIETARY SOURCES AND BIOLOGICAL FUNCTIONS”, **Biomedical Papers of the Medical Faculty of the University Palacky Olomouc, Czech Republic**, v. 155, n. 2, p. 117–130, 1

jun. 2011. DOI: 10.5507/bp.2011.038.

VALENZUELA B., R., MORALES P., J., SANHUEZA C., J., *et al.* «Ácido docosahexaenoico (DHA), un ácido graso esencial a nivel cerebral», **Revista Chilena de Nutricion**, v. 40, n. 4, p. 383–390, 2013. DOI: 10.4067/S0717-75182013000400009. .

CAPÍTULO 10

ELABORAÇÃO DE GELEIA COM POLPA DE ARAÇÁ (EUGENIA STIPITATA)

Data de aceite: 01/10/2021

Caroline Weigert
Acadêmica do Curso de Engenharia de Alimentos, DEALI, Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, LAPIA, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO
Guarapuava, Paraná, Brasil

José Raniere Mazile Vidal Bezerra
Professor Associado C, do Departamento de Engenharia de Alimentos, DEALI, Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, LAPIA, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO
Guarapuava, Paraná, Brasil

Ângela Moraes Teixeira
Professora Associada A, do Departamento de Engenharia de Alimentos, DEALI, Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, LAPIA, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO
Guarapuava, Paraná, Brasil

RESUMO: Elaboração da polpa de Araçá (*Eugenia stipitata*) possibilita, além da redução no desperdício, uma nova opção de ingrediente para o ramo alimentício com elevado valor nutricional. Sendo assim, o presente projeto teve como objetivo a elaboração de geleia com polpa de Araçá (*Eugenia stipitata*) e avaliar suas características físico-químicas do produto final. A polpa de araçá (*Eugenia stipitata*) foi processada em despolpadeira com tela de 1,6 mm de abertura. A polpa foi envasada em sacos de polietileno (PVC) e armazenada em freezer a –18°C. O valor de umidade médio encontrado neste trabalho para polpa do araçá-boi foi de 83,7%. O teor de umidade das três formulações variou de 27,76% (AC) a 38,58% (AD). A acidez encontrada na polpa foi de 9,24 g ácido cítrico/100g. O valor encontrado para cinzas no presente trabalho foi de 0,92 %. A concentração de açúcar utilizada seguiu a Resolução CNNPA nº 12 de 1978 (BRASIL, 1978), para geleia tipo extra, adicionando 50% de açúcar em relação ao peso da fruta. O araçá-boi é uma ótima fruta para se produzir geleias, por conta da sua acidez é difícil o consumo in natura, a geleia é uma ótima alternativa para introduzir está fruta ao mercado nacional.

PALAVRAS-CHAVE: Produto, geleia e processamento.

ELABORATION OF JELLY WITH ARAÇÁ PULP

ABSTRACT: Elaboration of Araçá pulp (Eugenia stipitata) allows, in addition to reducing waste, a new ingredient option for the food industry with high nutritional value. Therefore, this project aimed to prepare a jelly with Araçá pulp (Eugenia stipitata) and evaluate its physicochemical characteristics of the final product. The pulp of araçá (Eugenia stipitata) was processed in a pulper with a 1.6 mm screen. The pulp was packaged in polyethylene bags (PVC) and stored in a freezer at –18°C. The average moisture value found in this work for araçá-boi pulp was 83.7%. The moisture content of the three formulations ranged from 27.76% (AC) to 38.58% (AD). The

acidity found in the pulp was 9.24 g citric acid/100g. The value found for ash in the present work was 0.92%. The sugar concentration used followed the CNNPA Resolution nº 12 of 1978 (BRASIL, 1978), for extra type jelly, adding 50% of sugar in relation to the fruit weight. The araçá-boi is a great fruit to produce jams, because of its acidity it is difficult to consume in natura, the jam is a great alternative to introduce this fruit to the national market.
KEYWORDS: Product, jelly and processing.

1 | INTRODUÇÃO

Para obter os conhecimentos sobre as características dos alimentos (físicas e químicas) é utilizado o conhecimento que é fornecido pela ciência dos alimentos. Para elaboração de um produto final de qualidade é preciso se ter a noção da Tecnologia de Alimento, pois a ela cabe incluir uma sequência a ser comprida, bem como desde a seleção de uma matéria prima de qualidade até o processamento da mesma, preservação e distribuição do produto final ao mercado. (GAVA, 2009).

A crescente procura por produtos com características sensoriais peculiares e que tragam benefícios a saúde do consumidor, faz com que os estudos e as pesquisas por novos produtos ganhem um olhar especial. O mercado de novos produtos encontra-se em franca expansão no país, exigindo produtos diferenciados em sabor, custo e valor nutricional. As frutas fazem parte de uma dieta balanceada, são consumidas pelo seu sabor e também por serem fontes de vitaminas, nutrientes e minerais essenciais para a vida humana. Fixo a terra, pouco a pouco, de geração em geração, o homem foi aprimorando as técnicas de cultivo e de processamento da fruta (SILVA, 1996).

Frutas cítricas são aquelas com maior teor de ácido e vitamina C, em sua grande maioria apresentam também boas quantidades de potássio, vitamina A e flavonoides. Podemos citar como as mais conhecidas em todas as regiões brasileiras a laranja, o abacaxi e o limão. É possível ainda citar frutas provenientes de uma única região e pouco conhecidas nacionalmente, como é o caso do Araçá Boi, fruta de origem amazonense (COUTO, 2010).

O Araçá Boi (*Eugenia stipitata*) apresenta grande quantidade de ácido ascórbico, logo tem grande poder nutricional e é essencial para o funcionamento adequado das células formadoras de vários tecidos do corpo humano, sendo fundamental também para a formação e manutenção do colágeno (SOUZA, 2007). O araçá-boi (*Eugenia stipitata*) é uma fruta nativa da Amazônia Ocidental e das Guianas, sendo adaptada aos climas tropicais e subtropicais. No Brasil, é encontrado na região Amazônica, Mato Grosso e Bahia, mas ainda sem exploração comercial. O fruto é uma baga globosa, com casca fina, cor amarelo-canário quando maduro, e aveludada, pesando de 30 a 800 g, apresentando formato arredondado ou achatado, com diâmetro longitudinal de 5 a 10 cm e transversal de 5 a 12 cm. Sua polpa é suculenta, ácida, de coloração amarelo-clara, pouco fibrosa, possui de 4 a 10 sementes oblongas, medindo 0,5 a 1,0 cm de comprimento (SACRAMENTO et. al., 2008). As geleias podem ser consideradas como o segundo produto em importância comercial para a indústria

de frutas brasileira. Geleia de fruta é o produto preparado com polpa de frutas, sucos ou extratos aquosos das mesmas, podendo apresentar frutas inteiras ou pedaços, adicionadas de açúcares, com ou sem acréscimo de água e pectina até atingir consistência de gel. A pectina usada é solúvel em água e possuem número de metoxilas esterificadas e grau de neutralização variável. Na presença de ácido e sacarose, em concentrações adequadas, formam géis bastante estáveis, processo conhecido como geleificação (SILVA, 2000). A geleia é um produto de umidade intermediária preparada com polpa de frutas, açúcar, pectina, ácido e outros ingredientes, que permitem sua conservação por um período prolongado (BASU et. al., 2011), possibilitando, inclusive, a mistura de frutas para criação de novos sabores.

2 | OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi a elaboração de geleia de polpa de Araçá *(Eugenia stipitata)* com diferentes tipos de açúcares, bem como, avaliar as características físico-químicas do produto.

3 | METODOLOGIA

3.1 Material

Os araçá-boi *(Eugenia stipitata)* utilizados neste experimento foram adquiridos de um experimento realizado no Campus/CEDETEG. Após colheita, os frutos foram higienizados com água corrente e mergulhados em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 10mg/L, por 10minutos, acondicionados em sacos plásticos (PVC) e armazenados em freezer a -18ºC.

3.2 Obtenção da polpa de araçá-boi *(Eugenia stipitata)*

A polpa de araçá-boi (*Eugenia stipitata*) foi processada em despolpadeira com tela de 1,6 mm de abertura. Essa abertura foi escolhida visando-se um máximo rendimento da extração da polpa, conforme prática industrial, o que produzirá uma polpa bem homogênea. A polpa foi envasada em sacos de polietileno (PVC) e armazenada em freezer a –18°C, visando um congelamento rápido do material para evitar a formação de grandes cristais de gelo na superfície e danificação das estruturas celulares, além de inibir ações enzimáticas. Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, LAPIA, do Departamento de Engenharia de Alimentos, no *Campus* Cedeteg, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO.

O Fluxograma para elaboração da polpa de araçá-boi (*Eugenia stipitata*) utilizado neste trabalho está apresentada na Figura 1.

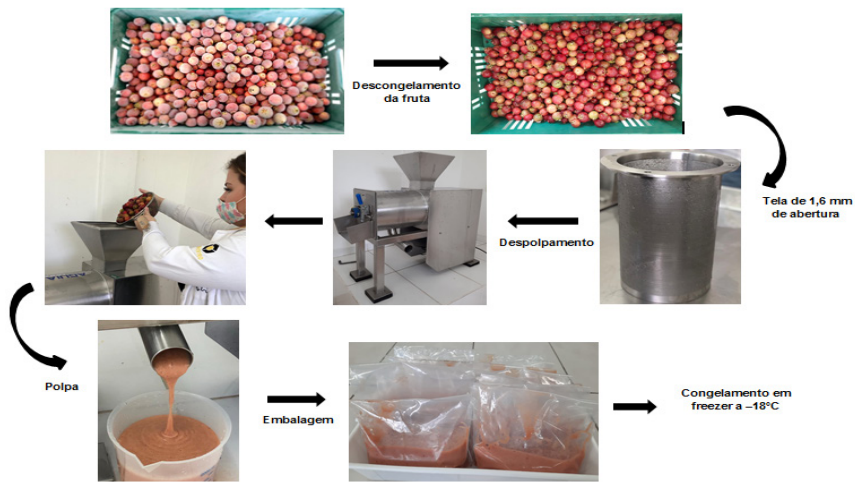



Figura 1 - Fluxograma para elaboração da polpa de araçá-boi (*Eugenia stipitata*).

3.3 Elaboração *da geleia com polpa de araçá-boi (Eugenia stipitata)*

A elaboração da geleia com polpa de araçá-boi (*Eugenia stipitata*) e a avaliação das características físico-químicas do produto final foram realizadas no Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, LAPIA, Campus Cedeteg.

O fluxograma para a elaboração da geleia com polpa araçá-boi (*Eugenia stipitata*) utilizado neste trabalho está apresentada na Figura 2.

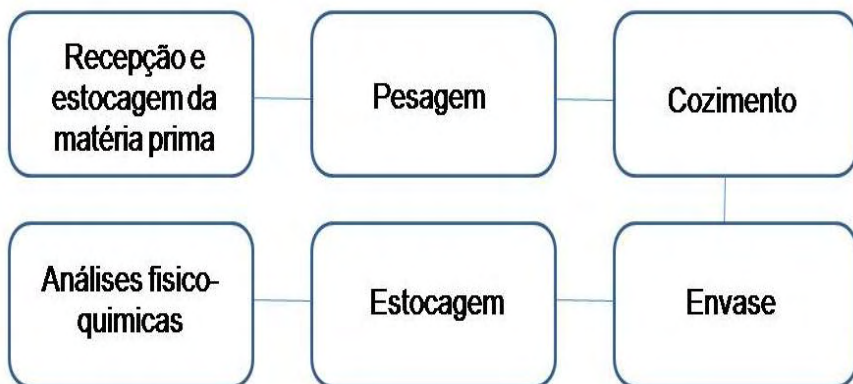



Figura 2- Fluxograma para elaboração de geleia com polpa de araçá-boi *(Eugenia stipitata).*

Para iniciar o processo de produção da geleia foram separados e pesados os ingredientes respectivos para cada formulação, se tem uma formulação padrão com diferentes tipos de açúcar, onde AC é a formulação com Açúcar Cristal, AD é com açúcar demerara e

AM é com açúcar mascavo, como mostra a Tabela 01.

Após o término da mistura, o produto recebeu um processo de cozimento por 20 minutos. O produto foi acondicionado em embalagem de vidro e armazenado em local refrigerado a 5ºC.

Ingredientes	AC (%)	AD (%)	AM (%)
Polpa de Araçá	60	60	60
Açúcar	35	35	35
Suco de laranja	5	5	5
Total	100	100	100

*AC – Formulação com Açúcar Cristal; AD – Formulação com Açúcar Demerara; AM – Formulação com Açúcar Mascavo.

Tabela 1 – Ingredientes das formulações das geleias com polpa de araçá*-boi (Eugenia stipitata).*

3.4 Características físico-químicas da polpa de araçá-boi *(Eugenia stipitata)* e do produto final

A análise da composição centesimal foi realizada em triplicata, no Laboratório de Processos na Indústria de Alimentos, LAPIA, do Departamento de Engenharia de Alimentos, no *Campus* Cedeteg, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO.

Na polpa de araçá-boi *(Eugenia stipitata)* foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: pH, Sólidos solúveis (°Brix), Acidez titulável, umidade, cinzas e lipídeos. Para o produto final foram realizadas as análises em relação ao pH, umidade, cinzas, acidez titulável e Sólidos solúveis (°Brix).

As técnicas de análises utilizadas neste projeto de pesquisa forma conforme as adotadas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), Lees (1979), Vidal-Bezerra (2016), Bligh Dyer (1959) e AOAC (2000).

4 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização das análises físico-químicas, os resultados foram organizados na Tabela 1 e Tabela 2, com suas respectivas médias e desvio padrão.

Análise físico-químicas (%)	Polpa de araçá (%)
pH	3,5±0,02
Sólidos solúveis (°Brix)	11,46±0,07
Acidez titulável	9,42±0,10
Umidade	83,69±0,25
Cinzas	0,92±0,006
Lipídeos	0,29±0,02

*Dp (desvio padrão) possui n = 3.

Tabela 1 – Características físico-químicas da polpa de Araçá *(Eugenia stipitata)*.

O valor de umidade médio encontrado neste trabalho para polpa do araçá-boi foi de 83,7%. O teor de umidade dos produtos é considerado um dos pontos importantes na análise de alimentos por estar relacionado à composição, à estabilidade e à qualidade destes. Considera-se um alimento de alta umidade aquele que apresentar o teor acima de 40% (MELO et al., 2013).

De acordo com Soares (2009), a acidez apresenta-se como um indicador de qualidade nutricional dos alimentos, assim como o pH, visto que os frutos com alto teor de acidez e valores de pH muito baixos são, normalmente, consumidos em sua forma in natura. A acidez encontrada na polpa foi de 9,24 g ácido cítrico/100g (Valores expressos em %, g/100g).

O valor encontrado para cinzas no presente trabalho foi de 0,92 %, valor abaixo do encontrado por Vanin (2018) ao analisar a polpa do araçá-boi, que obteve o valor de 1,15%. A diferença encontrada deve está relacionada à variedade dos cultivares. Araújo et al. (2006) mostram que o teor de cinzas é utilizado para indicar a quantidade de matéria mineral contida nos alimentos.

A quantidade encontrada de lipídios na polpa do araçá-boi foi de 0,29g $100g^{-1}$. Os lipídios atuam no papel de transportadores de nutrientes e vitaminas lipossolúveis, além de algumas substâncias que apresentem solubilidade em gorduras, sendo elas as vitaminas A, D, E e K. Sabe-se também que os lipídios, junto aos carboidratos, são macro nutrientes essenciais para o organismo que atuam no fornecimento de energia ao corpo e ajudam em vários outros processos vitais (PITA, 2012).

Na Tabela 2, estão as características físico-quìmicas das geleias com polpa de araçá-boi, com a adição de diferentes tipos de açúcar.

Análise físico-química (%)	Formulações		
	AC	AD	AM
pH	3,55±0,09[a]	3,4±0,008[a]	3,61±0,01[a]
Umidade	27,76±1,37[b]	38,58±0,17[a]	35,29±1,88[a]
Cinzas	0,75±0,09[a]	0,54±0,05[a]	0,80±0,10[a]
Acidez Titulável	10,26±0,10[c]	13,43±0,31[a]	12,39±0,13[b]
Sólidos solúveis (°Brix)	69,45±0,71[a]	43,59±1,30[b]	42,46±1,86[b]

*Dp (desvio padrão) possui n = 3.

Tabela 2 – Características físico-químicas da geleia da polpa de araçá (*Eugenia stipitata*), com diferentes tipos de açúcar.

A concentração de açúcar utilizada seguiu a Resolução CNNPA nº 12 de 1978 (BRASIL, 1978), para geleia tipo extra, adicionando 50% de açúcar em relação ao peso da fruta. Segundo a Resolução CNNPA nº 12 de 1978, os valores de umidade são de no máximo 38% para geleias comuns e 35% para extras, neste caso as geleias AC e AM enquadraram-se nos valores de geleia extra. A geleia AD está dentro do limite aceitável para geleias comuns. Apesar da Resolução CNNPA nº 12 de 1978 (BRASIL, 1978) ter sido revogada pela Resolução ANVISA/MS RDC nº 272 de 2005 (BRASIL, 2005), ela é 25 muito útil, pois define características ideais para a obtenção de uma geleia de qualidade, como é o caso da adição de pectina, com tolerância máxima de 2% de adição no produto.

O teor de umidade das três formulações variou de 27,76% (AC) a 38,58% (AD), semelhante aos encontrados nos trabalhos de Lago et al. (2006) e Lago-Vanzela et al. (2011) em geleia de jambolão (29,6%) e cajá-manga (29,5%), respectivamente. Mota (2006) verificou teores de umidade mais elevados (42,84 a 46,44%) em geleias produzidas a partir de diferentes variedades de amora-preta. É importante destacar que o teor de umidade está diretamente relacionado com a conservação do produto durante o armazenamento. É necessário avaliar o teor de sólidos solúveis contidos nas frutas para controlar a quantidade de ingredientes que devem ser adicionados para obter o produto final com qualidade. Quanto maior for a quantidade de sólidos solúveis contidos nas frutas, menor será a quantidade de açúcar adicionados nos frutos (COSTA *et al*., 2004).

De acordo com a Resolução Normativa nº15 de 1978 é estabelecido que as geleias não podem apresentar valores de sólidos solúveis inferiores a 65 ºBrix no produto final, e não podem ultrapassar de 70%, pois há a tendência de aparecimento de cristais de açúcar, no processo conhecido como cristalização (BRASIL, 2002).

As geleias de araçá-boi elaboradas com açúcar cristal, açúcar demerara e açúcar mascavo, apresentaram 69,45 ºBrix, 43,59 ºBrix e 42,46 ºBrix, respectivamente. A geleia

adoçada com açúcar mascavo está dentro do estabelecido pela legislação, diferente da geleia adoçada com açúcar cristal que apresentou valor ligeiramente superior e da geleia adoçada com a açúcar demerara. Apesar dessas diferenças, as geleias das três formulações seguiram o mesmo parâmetro, pois tiveram o mesmo tempo de cocção, quantidade de polpa e de adoçantes. Durante o preparo, pode-se observar que a quantidade de açúcar cristal utilizada deveria ser um pouco menor em relação a geleia adoçada com açúcar demerara, e esse fator deve ter contribuído para maior teor de sólidos solúveis totais na geleia com açúcar cristal.

5 | CONCLUSÃO

As geleias de polpa de araçá-boi (*Eugenia stipitata*) com adição de diferentes tipos de açúcares enquadrou-se dentro dos padrões estabelecidos na Resolução CNNPA n° 12 DE 1978, com características físico-quimicas de uma geleia extra. Este produto apresentou bons resultados, visando a produção de alimentos que tragam benefícios à saúde dos consumidores, aumentando a quantidade de nutrientes e fibras consumidas diariamente. Seu uso não alterou significativamente as características próprias dos produtos, elevando o seu potencial para o uso.

O araçá-boi (*Eugenia stipitata*) é uma ótima fruta para se produzir geleias, por conta da sua acidez é difícil o consumo in natura, a geleia é uma ótima alternativa para introduzir está fruta ao mercado nacional.

REFERÊNCIAS

ANALYSIS OF ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 13 ed. Washington, DC, 2000.

ARAÚJO, A. A. de S. et al**. Determinação dos teores de umidade e cinzas de amostras comerciais de guaraná utilizando métodos convencionais e análise térmica.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 42, n. 2, p. 269 - 277, 2006.

BLIGH, E.G.;DYER, W. J. **A rapid method of total lipid extraction and purification. Can j biochem physiol**, 1959.

BASU, S.; SHIVHRARE, U.S.; SINGH, T.V.; BENIWAL, V.S. **Rheological, textural and spectral characteristics of sorbitol substituted mango jam**. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.105, p.503-512, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Fixa os padrões de identidade e qualidade para os alimentos (e bebidas).** Resolução CNNPA n. 12, de 24 de setembro de 1978. Diário Oficial da União, Brasília, 24 setembro de 1978.

BRASIL. Resolução ANVISA/MS. RDC Nº 272 de 22 de setembro de 2005. **Aprova Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis**. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Alimentos regionais brasileiros.** Comunicação e Educação em Saúde; n. 21. 2002.

COSTA, W. S. da; FILHO, J. S.; MATA, M. E. R. M. C.; QUEIROZ, A. J. de M. Influência da concentração de sólidos solúveis totais no sinal fotoacústico de polpa de manga. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.6, n.2, p.141-147, 2004.

COUTO, Meylene Aparecida Luzia; CANNIATTI-BRAZACA, Solange Guidolin. **Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas , v. 30, supl. 1, p. 15- 19, maio 2010.

FERREIRA, R.M.A.; AROUCHA, E.M.M.; GÓIS, V.A.; SILVA, D.K.; SOUSA, C.M.G. **Qualidade sensorial de geleia mista de melancia e tamarindo**. Revista Caatinga, Mossoró, v.24, n.2, p.202-206, 2011.

GAVA, A.J. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo. Editora Nobel , p-300, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, **Determinações gerais. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3ª Ed., São Paulo, 2008, V.1.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SILVA, R. Produção de geleia de jambolão (Syzygium cumini lamarck): processamento, parâmetros físico–químicos e avaliação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.4 p.847-852, 2006.

LAGO-VANZELA, E. S. RAMIN, P.; GUEZUMSZA, M. A.; SAMTPS, G. V.; GOMES, E. DA SILVA, R**. Chemical and sensory characteristics of pulp and peel cajá-manga (Spondias cytherea Sonn.) jelly.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 31, n.2, p.398-405, 2011.

LEES, R**. Manual de análises de alimentos.** Zaragoza: Acribia, 1979. 130p.

MELO, A. P. C., SELEGUINI, A., VELOSO, V. R. S. Caracterização física e química de frutos de araçá (Psidium guineense Swartz). Comunicata Scientiae, Bom Jesus, v. 4, n.1, pág. 91–95, 2013.

MELO, Q. M. S. Frutas do Brasil: caju, fitossanidade. BrasÌlia, DF: EMBRAPA Agroindústria tropical, 2002.

MOTA, R. V. **Caracterização física e química de geleia de amora-preta.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.26, n.3. p.539-543. 2006.

PITA, Julyane da S. L. Caracterização físico-química e nutricional da polpa e farinha da casca de maracujazeiros do mato e amarelo. 80f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)** - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia: Itapetinga, 2012.

SACRAMENTO, C. K.; BARRETTO, W. S.; FARIA, J. C. Araçá-boi: uma alternativa para agroindústria. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.8, p.22-24, 2008.

SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia dos alimentos**. São Paulo: Varela, 2000. 227p.

SILVA, Silvestre. **Frutas no Brasil**. 1.ed. São Paulo: Empresa das Artes, 1996.

SOARES, E. S. Caracterização de aditivos para secagem de araçá-boi (Eugenia stipitata Mc Vaugh) em leito de espuma. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia: Itapetinga, 2009.

SOUZA, Patrick G. de et al. Bebida Láctea fermentada sabor de araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh) com diferentes concentrações de mel de abelha. **Anais**, XVI Jornada de Iniciação Científica PIBIC/CNPq/FAPEAM/INPA, Manaus, 2007.

VANIN, C. R. Araçá amarelo: atividade antioxidante, composição nutricional e aplicação em barra de cereais. 117 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Destaques Acadêmicos, Lajeado, v. 10, n. 3, pág. 157–169, 2018.

VIDAL-BEZERRA, J. R. M; et al. **Introdução à tecnologia de leite e derivados. Guarapuava/PR: Unicentro,** 3º Edição revista e ampliada. 2016. 210p.

CAPÍTULO 11

PRODUTOS ALIMENTARES DE CAPULIN *(PRUNUS SEROTINA)* E AVALIAÇÃO DE SUA CAPACIDADE ANTOXIDANTE

Data de aceite: 01/10/2021
Fecha de envío: 6/07/2021

Bethsua Mendoza Mendoza
Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo.
Apan, Hidalgo, México.
ORCID: 0000-0001-9332-1919

Erik Gómez Hernández
Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo
Mixquiahuala, Hidalgo, México
ORCID: 0000-0002-8669-9953

Edna María Hernández Domínguez
Universidad Politécnica de Pachuca
Pachuca, Hidalgo, México
ORCID: 0000-0002-0175-6307

Leiry Desireth Romo Medellín
Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo.
Apan, Hidalgo, México.
ORCID: 0000-0001-5417-3968

RESUMO: O fruto da capulín é uma drupa pertencente à família da ameixa e da amêndoa, caracterizada por possuir uma cor avermelhada intensa, o que a torna uma opção viável para o preparo de alimentos funcionais com capacidade antioxidante. O objetivo deste trabalho é a elaboração e caracterização de geleias e licor de capulín por meio de uma análise físico-química, bromatológica e da capacidade antioxidante. A análise bromatológica da geleia mostrou 0,79% para proteína (Kjeldhal); 33,81% de carboidratos, 0,09% de gordura total (Goldfish); 45,6% de fibra (Kennedy); 0,062% de cinzas e 19,09% de umidade. A acidez do licor era de 0,01676 g de ácido málico / 5 ml de licor e 0,01601 de ácido cítrico / 5 ml de licor. Para os extratos etanólicos de frutas frescas, 713,1 mgEAG / 100g de fruta, nos fenóis totais, tiveram capacidade antioxidante de 71,2 mgEAA / 100g de fruta pelo DPPH e 55,2 mg ETrolox / 100g de fruta pela ABTS. O teor de quercetina é superior ao teor de catequinas, da mesma forma, pode-se observar que o teor de fenol no fruto da capulín é superior ao teor de flavonóides.

PALAVRAS-CHAVE: *Prunus serotina*, antioxidante, capulín, geléia, licor

CAPULIN *(PRUNUS SEROTINA)* FOOD PRODUCTS AND EVALUATION OF ITS ANTIOXIDANT CAPACITY

ABSTRACT: The capulín fruit is a drupe of the plum and almond family with an intense red or purple color, which makes it a feasible option for the preparation of functional foods with antioxidant capacity. The objective of the present work was the elaboration and characterization of marmalade and capulin liquor through a physicochemical, bromatological and antioxidant capacity analysis. The bromatological analysis of the jam showed for protein (Kjeldhal) 0.79%; 33.81% carbohydrates, 0.09% total fat, (Goldfish); 45.6% fiber, (Kennedy); 0.062% ash and 19.09% moisture. The acidity of the liquor was 0.01676g

malic acid / 5mL of liquor and 0.01601 citric acid / 5mL of liquor. For the ethanol extracts of the fresh fruit, 713.1 mgEAG / 100g of fruit were contained in total phenols, antioxidant capacity by DPPH of 71.2 mgEAA / 100g, and 55.2 mg ETrolox / 100g of fruit by ABTS. Quercetin content is higher than catechin content, in the same way it can be observed that the phenol content in the capulín fruit is higher than the flavonoid content
KEYWORDS: *Prunus serotina*, antioxidant, capulin, jam, liquor

1 I INTRODUCCIÓN.

Pronus Serótina, según HURTADO Y PÉREZ, (2014) es un fruto comúnmente conocido como "Capulí" o "Capulín", perteneciente a la familia *Rosaceae,* igual que la ciruela, melocotón y almendro. Es un género botánico conformado por alrededor de 400 especies de árboles y arbustos (MAYNARD *et al.,* 1991). Teniendo en cuenta factores tales como: temperatura, exposición al sol, humedad ambiental, textura del soporte, entre otros (VILLA DE LA TORRE, 2008). El árbol crece en forma silvestre, tiene de 5 a 15 m de altura y un diámetro a la altura del pecho de hasta 1.2 m. Su fruto es redondo; con diámetro de 1 centímetro en promedio, de color verde que se torna morado al llegar a la madurez (HURTADO Y PÉREZ, 2014).

La planta en general tiene amplios usos, Las hojas y la corteza del tallo de la especie son utilizados en medicina popular, principalmente para tratar la tos, enfermedades gastrointestinales, problemas renales, reumatismo, ictericia y como tónico sanguíneo. Por siglos, los nativos americanos han usado la planta para la indigestión, lombrices, quemaduras, dolores de parto, diarrea, dolor de cabeza, bronquitis y tuberculosis (RIVERO-CRUZ, 2014). El fruto y semillas son ricas en proteínas (60%), de sabor agradable, muy dulces (13 a 36% de sacarosa, 45 a 55% de carbohidratos). El fruto capulín, es una drupa, con un solo hueso liso o rugoso, con pulpa carente, es de color verde y en su estado de madurez toma un color rojo intenso a morado, crece ce muy bien en regiones de clima caliente o templado y crece de manera silvestre en las regiones altas de México, como lo es, la región del Altiplano Hidalguense y Tlaxcala (FRESNEDO *et al.,* 2011). El capulín, está ampliamente distribuido en el centro y occidente de México, principalmente cerca de asentamientos humanos, ya que sus frutos y madera son aprovechados de diferentes formas. A pesar de que es posible encontrar capulines en los campos agrícolas y en las carreteras, nunca se ha intentado el cultivo o la domesticación de este árbol (FRESNEDO *et al.,* 2011). Debido a lo antes mencionado, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad antioxidante, así como las propiedades, y composición del extracto acuoso de productos alimenticios obtenidos por decocción del fruto sin semilla del capulín mexicano (*Prunus serotina*), así como la elaboración y caracterización de mermelada y licor de capulín de tal manera que se pueda dar un valor agregado e incentivar el consumo y producción de este fruto.

2 I METODOLOGÍA

2.1 Recolección de la materia prima.

La materia prima se recolectó de la zona del Altiplano Hidalguense, en el municipio de Apan, ubicado entre los paralelos 19° 36' y 19° 52' de latitud norte; meridianos 98°17' y 98° 34' de longitud oeste; con una altitud entre 2500 y 3000 msnm. Los frutos seleccionados estaban libres de defectos físicos y de color rojo a morado característico del estadio de maduración apto para su consumo, posteriormente, fueron lavados y desinfectados con hipoclorito de sodio al 5% durante 15 minutos.

2.2 Elaboración de mermelada.

Se realizó la separación de pulpa y hueso, posteriormente se realizó la cocción y mezcla de los ingredientes. Una vez alcanzados 65 ° Brix se realizó el envasado en caliente y se almacenaron.

2.3 Elaboración de licor.

Como primer paso, se obtuvo el zumo de capulín, se dejó macerar durante 3 semanas para llevar el proceso de fermentación, posteriormente la mezcla fue filtrada utilizando una tela de poro fino (organza) hasta dejar la mezcla totalmente traslucida, finalmente, se mezcló con el jarabe de azúcar en proporción 20:80 y 30:70, jarabe: licor, teniendo dos formulaciones.

2.4 Análisis químico proximal.

La mermelada fue caracterizada, determinando: contenido de proteínas, por el método Kjeldhal, grasa por Goldfish (AOAC 920.39), fibra por Kennedy (NMX-F090-S-19789), contenido de humedad (AOAC 295.04), cenizas (AOAC 942.05), azúcares reductores por el método DNS y grados Brix; para el licor se realizó: porcentaje de acidez con un método electrométrico.

2.5 Análisis microbiológico.

Para el análisis se tomó como referencia la norma NOM-110-SSA1-1994, cuantificando mesófilos aerobios y cantidad de hongos y levaduras.

2.6 Evaluación sensorial.

Se realizó una prueba de nivel de agrado con una escala de 5 puntos, a 60 jueces no entrenados de edad entre 20 y 30 años. Para el licor se evaluaron las dos muestras, con diferente cantidad de jarabe.

2.7 Evaluación de la capacidad antioxidante.

El primer paso para esta determinación es la preparación de la muestra; para esto, el fruto fue deshuesado y secado a una temperatura de 35°C durante 5 días, utilizando una estufa de secado marca Riossa HDOF-48. A partir del fruto seco se elaboró un extracto

acuoso y uno extracto etanolico. Cada prueba fue llevada por triplicado, se midió la capacidad antioxidante del fruto, mediante la inhibición del radical ABTS y DPPH, así como la cuantificación de fenoles totales y flavonoides (quercetina y catequina).

3 | RESULTADOS

El análisis químico proximal, demostró que el mayor componente del producto es fibra (45.6%), y carbohidratos (33.8%), respectivamente, así mismo se determinó que cada 100 g de producto aportan en total 139 kcal (Tabla 1). Con relación al análisis microbiológico, la mermelada tuvo menos de 10 UFC/g de alimento tanto para mesófilos aerobios y hongos y levaduras. Los resultados de la evaluación sensorial mostraron que, de un total de 60 jueces no entrenados, 58 manifestaron que les gustaba la mermelada, y para el licor, la formulación 2 resultó ser la más aceptada, (Tabla 2).

Parámetro	Cantidad /100g de mermelada
Humedad (g)	19.09 (2.71)
Cenizas (g)	0.62 (0.02)
Proteína (g)	0.79 (0.06)
Grasa (g)	0.09 (0.08)
Fibra (g)	45.6 (8.72)
Carbohidratos	33.81
Contenido Calórico (Kcal)	139.21

La desviación estándar aparece entre paréntesis. Los resultados son el promed de tres determinaciones.

Tabla 1 - Resultados del análisis químico proximal de la mermelada elaborada com fruto capulin (*Prunus serotina).*

Escala	Número de jueces Mermelada	Licor (Formulación 1)	Licor (Formulación 2)
Me gusta mucho	23	20	3
Me gusta	35	37	23
Ni me gusta ni me disgusta	1	2	33
No me gusta	1	1	1
Me disgusta mucho	0	0	0

Tabla 2 - Resultados de la prueba de nivel de agrado para mermelada y licos de capulin (*Prunus serotina).*

4 | DISCUSIÓN

Los datos de composición proximal, concuerdan con lo reportado por (EMALDI *et al.,* 2006), quienes elaboraron mermelada a base de una cactácea Cardón Dato; en dicho trabajo se mostró que el contenido de proteína (0.46%) fue menor en comparación con el reportado en el presente trabajo (0.79%), de la misma forma los resultaos de cenizas (0.20%) fueron

menores a los de la mermelada de capulín (0.62%), por el contrario, en los resultados de humedad se reportan cantidades muy similares (19.52%). Existe en Francia un producto similar a este, dicho producto reporta en su información nutrimental 0 % de proteína, y 210 kcal por cada 100 gramos de producto, lo cual es mayor a lo reportado en el presente trabajo (139 kcal) (STDALFOUR, 2014). Los resultados del análisis microbiológico (<10 UFC/g), se encuentran en los parámetros establecidos en la norma NOM-130-SSA1-1995. En la evaluación sensorial se realizó una prueba de nivel de agrado, de acuerdo a lo establecido por ESPINOZA-MANFUGÁS (2007), para un total de 60 jueces se requiere un mínimo de 36 jueces que manifestaran un agrado o aceptación por el producto, por lo tanto, podemos decir que la mermelada y el licor (Formulación 1) cuentan con las características sensoriales adecuadas para el consumidor.

La evaluación antioxidante para ABTS Y DPPH, se llevó a cabo mediante la reacción del radical libre con los compuestos antioxidantes de la muestra, manifestándose en el cambio de coloración y las lecturas dadas por el espectrofotómetro. El extracto etanólico tuvo el mayor porcentaje de rendimiento de extracción (71,25%) en comparación con el extracto acuoso. Y para DPPH se encontró que a mayor concentración de compuestos fenólicos se obtuvo menor absorbancia. El contenido promedio de fenoles totales fue de 713.11 mg equivalentes de ácido gálico/100g para el extracto etanólico, este valor es superior al extracto acuoso de 492.900 mg equivalentes de ácido gálico/100g (Tabla 3), VILLA DE LA TORRE, (2008) reporta entre 670 y 732 mg equivalentes de ácido gálico/100 g de fruto liofilizado, quedando dentro del rango establecido para el extracto etanólico. Los flavonoides totales se expresaron como mg Equercetina y catequina/g de extracto de capulín. El rango de variación en el contenido de flavonoides fue 0.816g para extracto acuoso y 2.479 para el extracto etanólico.

	Extracto acuoso	Extracto etanólico
Fenoles totales (mg EAG/100g)	492.90 (24.02)	713.110 (99.98)
DPPH (mg EAA/100g)	37.92 (21.26)	71.25 (17.93)
ABTS (mg EAA/100g)	39.91 (0.27)	55.23 (4.82)
Quercetina (mg EQ/100g)	10.04 (0.50)	17.56 (1.79)
Catequina (mg EC/100g)	0.816 (0.14)	2.47 (0.19)

Tabla 3 - Resultados de la actividad antioxidante contenido de flavonoides y fenoles totales del fruto capulín.

5 I CONCLUSIÓN

Se logró elaborar y analizar diferentes productos alimenticios a base del fruto capulín como es la mermelada y una bebida alcohólica cuyo sabor característico realza el sabor y viscosidad del licor de frutas; existiendo estadísticamente diferencias significativas con un 62% de aceptabilidad. Se obtuvo la capacidad antioxidante mediante la técnica DPPH y

ABTS, de los productos alimenticios elaborados, logrando también evaluar los fenoles totales y flavonoides trabajando con Quercetina y Catequina.

REFERENCIAS

EMALDI, U.; NASSAR, J. M.; SEMPRUM, C., Pulpa del fruto del cardón dato (*Stenocereus griseus, Cactaceae*) como materia prima para la elaboración de mermelada. **ALAN**, Caracas, v. 56, n. 1, p. 83-89, 2006.

ESPINOZA-MANFUGÁS, J. Evaluación Sensorial de los alimentos 1. ed. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria. 2007.83-84 p.

FRESNEDO R. J., SEGURA S., & MURATALLA-LÚA A. Variabilidad morfológica de capulín (*Prunus serotina Ehrh*.) en la región centro-occidental de México desde una perspectiva de recursos filogenéticos. Recursos genéticos y la evolución de los cultivos, V. 58, n.4, p. 481-495, 2011.

HURTADO, H.N.; PÉREZ, M. Identificación, Estabilidad y Actividad Antioxidante de las Antocianinas Aisladas de la Cáscara del Fruto de Capulí (Prunus serotina spp capulí (*Cav*) Mc. Vaug Cav.). Información Tecnológica., V. 25, n., 4, p. 131-140, 2014.

MAYNARD C. A.; KAVANAGH K.; FUERNKRANZ H.; DREW A. P. Black Cherry (*Prunus serotina* Ehrh.). En: WIDHOLM J. M.**;** KUMLEHN J.; NAGATA T. Biotechnology in Agriculture and Forestry. Berlin: Springer. 1991. pp. 3-22.

RIVERO-CRUZ, B. Simultaneous guantification by HPLC of the phenolic compounds for the crude drug of Prunus serotina subsp. capuli. Pharm Biol, V. 52, n. 8, p.1015-1020, 2014.

STDALFOUR. El mundo St. Dalfour. Naturellement Authentique consultado en línea, Francia. http://www.stdalfour.com/es/. Consultado en diciembre 20, 2016.

VILLA DE LA TORRE, F. Frutos del Capulín (*Prunus serótina*) como fuentes potenciales de compuestos bioactivos. 2008. Tesis (Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, Querétaro, 2008.

CAPÍTULO 12

EFICIÊNCIA DO MÉTODO DESENVOLVIDO PARA DETERMINAR CHUMBO EM QUEIJOS, FRENTE A OUTROS EXISTENTES NA LITERATURA

Data de aceite: 01/10/2021
Data de Submissão: 06/07/2021

Alexandre Mendes Muchon
Centro Universitário de Formiga
Formiga – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/3161860189838846

Alex Magalhães de Almeida
Centro Universitário de Formiga
Formiga – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/3351180665178978

RESUMO: Introdução: Diversos métodos espectrofotométricos na região do UV-VIS são desenvolvidos visando a determinação de chumbo em diferentes tipos de amostras. Entretanto, a maioria desses métodos optam por evidenciar vantagens que possuem frente a outros procedimentos que utilizam de equipamentos mais sofisticados, utilizando o fator custo da análise. **Objetivo**: Neste trabalho será realizada uma comparação entre três métodos espectrofotométricos utilizando como critérios de avaliação: a sensibilidade do método, o número de etapas envolvidas no preparo da amostra para a leitura, e a faixa de pH em que a determinação pode ocorrer. **Metodologia**: O método de determinação de chumbo utilizando 8-hidroxiquinolina, desenvolvido nos laboratórios do Centro Universitário de Formiga, será comparado a dois outros utilizando os critérios descritos. Um dos métodos de comparação utilizou o vermelho de bromopirogalol como agente complexante, e um outro que utilizou o reagente 4-2-piridilazo resorcinol. **Resultados**: O estudo evidenciou claramente que o método que utiliza o complexante 8-hidroxiquinolina possui uma sensibilidade intermediária entre os utilizados para comparação, entretanto, apresenta número de etapas de preparo considerado mínimo e uma faixa de pH que é a mais ampla dos casos avaliados. **Conclusão**: O método UV-VIS desenvolvido, apresentou-se robusto e preciso em comparação com outros que utilizam o mesmo tipo de equipamento de leitura.

PALAVRAS-CHAVE: Espectrofotometria UV-VIS; Reagente complexante; Queijo artesanal, Chumbo.

EFFICIENCY OF THE METHOD DEVELOPED TO DETERMINE LEAD IN CHEESES, IN FRONT OF OTHERS IN THE LITERATURE

ABSTRACT: Introduction: Several spectrophotometric methods in the UV-VIS region are developed aiming at the determination of lead in different types of samples. However, most of these methods choose to show advantages that they have compared to other procedures that use more sophisticated equipment, using the cost factor of the analysis. **Objective**: In this work, a comparison will be made between three spectrophotometric methods using as evaluation criteria: the sensitivity of the method, the number of steps involved in preparing the sample for reading, and the pH range in which the determination can occur. **Methodology**: The lead

determination method using 8-hydroxyquinoline, developed in the laboratories of the Centro Universitário de Formiga, will be compared to two others using the described criteria. One of the comparison methods used bromopyrogallol red as a complexing agent, and another one that used the reagent 4-2-pyridylazo resorcinol. Results: The study clearly showed that the method that uses the 8-hydroxyquinoline complexant has an intermediate sensitivity between those used for comparison, however, it presents a number of preparation steps considered minimal and a pH range that is the broadest of the evaluated cases. **Conclusion:** The developed UV-VIS method was robust and accurate in comparison with others that use the same type of reading equipment.
KEYWORDS: Spectrophotometry UV-VIS; Complexing reagent; Artisanal cheese, Lead.

1 | INTRODUÇÃO

A espectrofotometria UV-VIS consiste de uma técnica que utiliza a radiação eletromagnética na região espectral do ultravioleta visível, para realizar medidas de concentrações químicas. Estas medidas são realizadas na forma de radiação absorvida ou transmitida pela amostra, e o valor mensurado possui uma relação direta com a concentração da espécie química que está sendo analisada.

As medidas espectrofotométricas ocorrem em equipamentos denominados espectrofotômetros, que conseguem avaliar a diferença entre a energia radiante que atinge a amostra e que é absorvida pela mesma, da energia que emerge. Essa absorção de radiação é devida ao fato das moléculas apresentarem elétrons que podem receber a energia, e assim, sofrerem promoção a níveis de energia mais elevados. A radiação emergente é diferente da radiação que incidiu sobre a amostra, e gera uma diferença que é medida em função de cada comprimento de onda, proporcionando assim uma varredura do espectro UV-VIS.

Existem inúmeros métodos que utilizam a espectrofotometria UV-VIS para realizar a determinação de elementos metálicos, pode ser citado a determinação de cobalto em fármacos realizada por Migues e Yamaki [1], a de alumínio, ferro e cobre em sombras de maquiagem por Almeida et al. [2], ou a medida de cádmio em rochas efetuada por Alves et al. [3]. Todos estes métodos apresentam robustez e baixo custo como vantagens frente a outras metodologias. E com este pensamento diversos métodos espectrofotométricos na região do UV-VIS foram desenvolvidos visando a determinação de metais em inúmeros tipos de amostras.

O elemento chumbo é um metal pesado, muito conhecido por seu alto potencial de utilização na indústria [4] e também pelas doenças causadas ao ser ingerido por seres humanos e animais [5–7]. Sendo conhecido desde a antiguidade, o chumbo foi responsável por adoecer a população de um dos maiores impérios já criados, o império romano [8]. Isto aconteceu graças ao consumo de vinho, consumido em copos de chumbo e do uso de tubulações de chumbo na distribuição de água. O chumbo é um elemento acumulativo no organismo e causa no ser humano a doença denominada de saturnismo, que se caracteriza por fortes dores abdominais, irritabilidade, letargia, anorexia, anemia, síndrome de Fanconi, piúria,

retardo de desenvolvimento, convulsões, artralgias, mialgias, depressão, perda da memória de curto prazo e perda da libido [9].

A presença de chumbo em alimentos é uma preocupação constante das autoridades sanitárias, que necessitam de métodos eficientes para garantir a saúde da população. Desta forma, a busca por procedimentos determinativos rápidos, robustos e consistentes é uma questão indiscutível.

Um alimento consumido quase que diariamente pela população é o queijo, seja na sua forma original ou associado a um outro comestível, como pastéis, macarronadas, bolos e pães. O queijo pode ser de origem artesanal ou fabricado por corporações e cooperativas de médio e grande porte, entretanto, sempre se apresenta como uma opção de acompanhamento nas refeições. Essa ampla gama de utilização do queijo, o torna passível de interesse para o desenvolvimento de metodologias analíticas quanto a sua composição orgânica e o seu conteúdo de sais minerais e possíveis elementos tóxicos.

Há métodos que avaliam a presença de metais em alimentos utilizando espectrometria de emissão atômica por plasma de argônio [10, 11], e outros que fazem uso de absorção atômica por chama [12], existindo também aqueles que fazem uso da espectrofotometria UV-VIS [3, 13, 14]. Em todas as situações de análise objetiva-se uma otimização plena da determinação e um mínimo de dispêndio de tempo e dos custos envolvidos.

No caso de produtos lácteos como o queijo, as determinações de metais ocorrem de formas variadas, seja por icpoes [10] ou por espectrofotometria UV-VIS [15], e isto ocasiona comparações de todos os tipos, onde o fator custo e tempo de análise, acabam por definir qual a metodologia a ser escolhida. Partindo deste fato conhecido dos pesquisadores e empresas, pensou-se em colocar de lado estes argumentos, visto que, a sofisticação dos equipamentos e o fator custo e tempo de análise estão diretamente ligados. E adotando este critério, realizou-se a comparação entre três métodos espectrofotométricos utilizados para a determinação de chumbo, ou seja, procedimentos que possuem as mesmas expectativas quanto ao objetivo final.

METODOLOGIA

Neste trabalho escolheu-se três métodos que utilizam a espectrofotometria UV-VIS para a determinação de chumbo, e adotou-se como parâmetros avaliativos para realizar a comparação os seguintes aspectos: a sensibilidade do método baseada na curva de calibração, o número de etapas envolvidas no preparo da amostra para a leitura, e a faixa de pH em que a determinação pode ocorrer.

Todos as observações foram realizadas de acordo com dados fornecidos pelos autores dos trabalhos, e através dessas informações pode-se efetuar as comparações.

RESULTADOS

Tendo como método base, o que foi desenvolvido nos laboratórios do Centro Universitário (UNIFOR-MG) para a determinação de chumbo em amostras de queijo, adquiriu-se as informações pertinentes ao mesmo, visando efetivar o estudo. Este procedimento utiliza como reagente complexante a 8-hidroxiquinolina (8HQ) solubilizado em etanol P.A., e o composto coordenado formado fornece um sinal analítico no comprimento de onda de 380 nm. A curva de calibração (**FIGURA-1**) fornece condições de verificar a sensibilidade deste método, que permite a detecção a partir de 0,045 mg/L [15].

Já a amostra passa por três etapas de tratamento, seno elas: o fracionamento da amostra, a solubilização com ácido nítrico e a etapa de filtragem e definição do volume da solução de leitura.

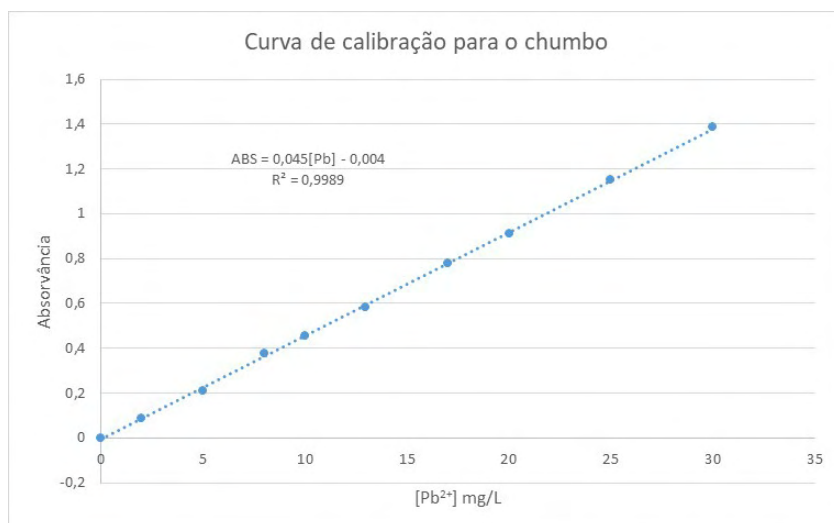



Figura 1 - Curva de calibração obtida para o elemento chumbo complexado com o reagente 8-hidroxiquinolina, sendo as leituras efetuadas em λ = 380 nm.

Um estudo realizado em meio ácido e básico, evidencia que existe uma faixa de pH ampla, que permite a determinação do metal entre os valores de 4 a 8 (**FIGURA-2**).

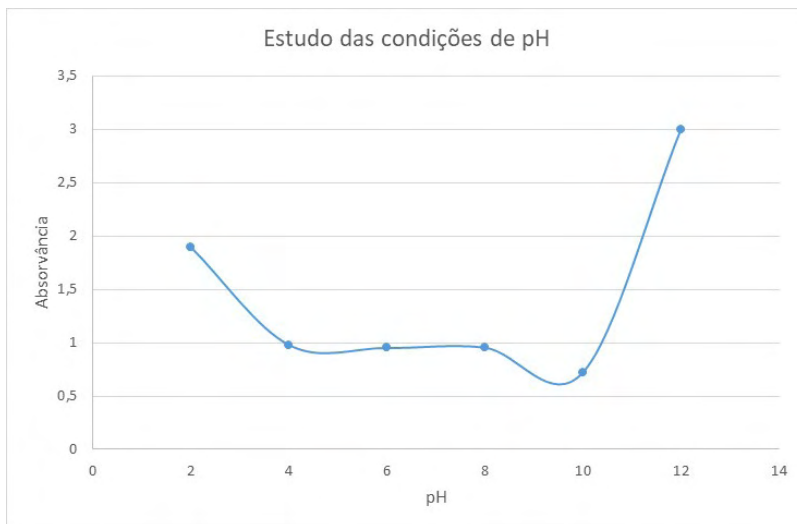



Figura 2 - Estudo da melhor condição de pH para realizar a determinação de chumbo por complexação com 8-hidroxiquinolina.

Um outro trabalho, desenvolvido por dos Santos, Souza e Antoniassi [16] utilizaram o vermelho de bromopirogalol como agente complexante, sendo a determinação realizada no comprimento de onda de 630 nm. A curva de calibração, exibida na **FIGURA-3**, exibe valores que permitem obter o valor de sensibilidade do método em questão, e que possibilita detectar valores de concentração a partir de 0,065 mg/L.

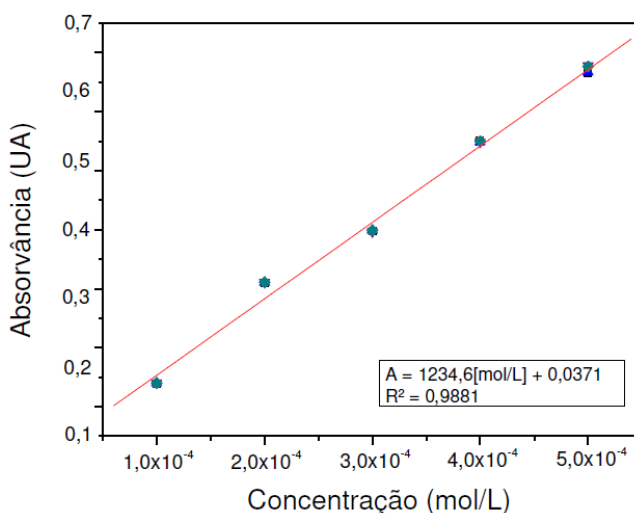



Figura 3 - Curva analítica do sistema BPR 1x10-4 mol/L-Pb(II); [Pb(II)] 1x10-4 a 5x10-4 mol/L. Fonte: DOS SANTOS, SOUZA e ANTONIASSI (2015)

A amostra que já se encontra solubilizada, passa pela etapa de ajuste do pH com a adição de 1 mL de uma solução tampão pH = 10 (NH_3/NH_4Cl), a etapa de filtragem e a etapa final de adição de padrão para a realização da leitura, lembrando que a faixa de pH está estabelecida entre 4 e 5.

Em um outro trabalho que também utilizou espectrofotometria UV-VIS, realizado por Batista [17], empregou-se o reagente complexante 4-2-piridilazo resorcinol (PAR), que forma um complexo com o chumbo no comprimento de onda de 547 nm. Neste comprimento de onda o autor obteve a curva de calibração exibida na **FIGURA-4**. Nota-se pela curva que o método se apresenta com uma capacidade de detecção na ordem de 0,025 mg/L, sendo, portanto, muito sensível para determinação de chumbo.

A amostra passa por uma etapa de adsorção sob a biomassa utilizada, seguida de um período de agitação de 60 minutos. Ocorre na sequencia uma etapa de filtragem e a diluição do material (1 mL para 50 mL) com água destilada e finaliza com a leitura em espectrofotômetro. No total são consideradas quatro etapas. As determinações devem ocorrer em meio tamponado com tetraborato de sódio ($Na_2B_4O_7$ x10H_2O) em concentração 0,05 mol/L, e a presença do tampão deve permitir a leitura do complexo formado em pH = 5.

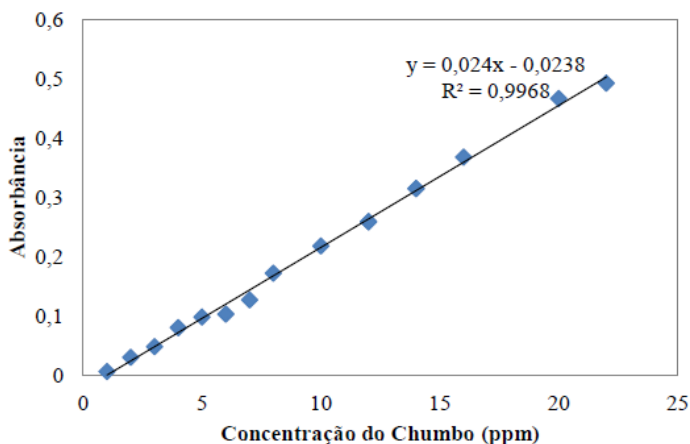



Figura 4 - Curva de calibração utilizada na determinação de chumbo complexado com PAR. Fonte: BATISTA (2014).

DISCUSSÃO

De posse dos resultados, observa-se que o método desenvolvido com o uso do reagente complexante 8-HQ possui uma sensibilidade de valor intermediário entre os utilizados para comparação, sendo que o método empregado por Batista [17] é o melhor neste aspecto. Entretanto, quando se observa atentamente as curvas de calibração (**FIGURAS 1, 3 e 4**),

nota-se que o comportamento das leituras para os padrões apresenta um comportamento mais linear no método da 8-hidroxiquinolina [15]. O método elaborado com a 8HQ apresenta um número de etapas de preparo considerado mínimo para realizar a determinação de chumbo, e desta forma o critério de adotado coloca o trabalho de dos Santos, Souza e Antoniassi [16] como o que possui número de etapas idênticas ao método da 8HQ. Realizando uma avaliação condicionada a faixa de pH em que as determinações ocorrem, observa-se que o procedimento que utiliza a 8-hidroxiquinolina possui a faixa mais ampla, visto que os demais casos avaliados apresentam uma faixa reduzida ou um valor singular de leitura, indicando que se acontecerem variações nos valores de pH, as leituras podem ser comprometidas.

2 | CONCLUSÃO

Considerando-se a análise dos resultados de pH e o estudo efetuado com as curvas de calibração, o método que apresenta as condições apropriadas para a determinação de chumbo utilizando espectrofotometria UV-VIS, é o proposto com o uso de 8-hidroxiquinolina, que de acordo com os critérios adotados apresenta-se robusto e preciso em comparação com outros que utilizam o mesmo tipo de equipamento de leitura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG pelo uso dos laboratórios; ao CEPEP e ao CNPq pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

1. MIGUES, V. H. e YAMAKI, R. T.. **Determinação de Co(II) em Preparações Farmacêuticas e Estudo das Espécies Formadas Durante a Complexação por UV-Vis com o Reagente Br-TDB**. Revista Virtual de Química. Vol. 6, Nº 6, pag. 1533-1548, 2014.

2. ALMEIDA, A. M.; MARTINS, I. P.; AMARAL, P. M. P.; BORGES, V. A.; PINTO, L. A. S.; IONASHIRO, E. Y; MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B.. **Determinação de Al^{3+}, Fe^{3+} e Cu^{2+} presentes em sombras de maquiagem por espectrofotometria UV-Vis: Uma proposta de experimento contextual em nível superior de ensino.** Química nova, Vol. 42, Nº 3, pag. 355-360, 2019.

3. ALVES, K. S.; ALMEIDA, A. M.; SILVA, F. O.; FONSECA, A. C. R.. **Determinação de cádmio em rochas utilizando um sistema homogêneo de solventes e espectrofotometria UV-VIS.** Revista Analytica (SÃO PAULO), Vol. 96, Nº 2, pag. 10-14, 2018.

4. SOBRAL, L. G. S.; OLIVEIRA, D. M.; SOUZA, C. E. G.; SILVA, S. C. A. F.; BRAGA, P. F. A.. **Metalurgia do chumbo: processos de produção e refino.** 2016. Artigo disponível em https://cetem.gov.br/santo_amaro/pdf/cap12.pdf, acessado em 10/11/2020.

5. ROCHA, R.; PEZZINI, M. F.; POETA, J.. **Fontes de contaminação pelo chumbo e seus efeitos tóxicos na saúde ocupacional.** Revista Ciência em Movimento: Biociências e Saúde, Vol. 19 Nº 39, 2017.

6. HOLZBACH, J. C.; BARROS, E. I. T. M.; KRAUSER, M. O.; LEAL, P. V. B.. **Chumbo: Uma introdução à extração e a fitorremediação.** Journal of Biotechnology and Biodiversity, Vol. 3, Nº4, pag. 178-183, 2012.

7. MOREIRA, F. R. e MOREIRA, J. C.. **A cinética do chumbo no organismo humano e sua importância para a saúde.** Ciência & Saúde Coletiva, Vol. 9, Nº 1, pag. 167-181, 2004.

8. MARTIN, A. A.. **O saturnismo e a queda do império romano.** Heródoto, Unifesp, Guarulhos, Vol. 2, Nº 2, pag. 460-471, 2018.

9. GUERRA, D. F. e SILVEIRA, A. M.. **Epidemia de intoxicação por chumbo em empresa de fundição secundária.** Revista Medica de Minas Gerais, Vol. 20, Nº 2, pag. 24-30, 2010.

10. KIRA, C. S. e MAIHARA, V. A.. **Determinação de elementos essenciais maiores e traço em queijos por espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio induzido após digestão parcial.** Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas, Vol. 27, Nº 3, pag. 446-450, 2007.

11. REBELO, F. M.. **Arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio em leite humano: Análise, avaliação da exposição e caracterização do risco de lactentes.** Tese de doutorado, Universidade de Brasília, Faculdade de ciências da saúde, Brasília – DF, 2017.

12. GONÇALVES, J. R.; MESQUITA, A. J. e GONÇALVES, R. M.. **Determinação de metais pesados em leite integral bovino pasteurizado no Estado de Goiás.** Ciência Animal Brasileira, Vol. 9, Nº 2, pag. 365-374, 2008.

13. CONRADO, J. M.; ALMEIDA, A. M.; SOUZA, A. M. G.; MELO, I. C. S.. **Determinação do teor de alumínio absorvido pela água deionizada, após fervura em panelas fabricadas com o metal.** 14º Congresso Nacional de Iniciação Científica – CONIC SEMESP, Anais do 14º Congresso Nacional de Iniciação Científica, São Paulo, 2012.

14. GUEDES, C. C.; MATOS, C. M.; MOUTINHO, C. G.; SILVA, C. S.. **Avaliação da utilização da espectrofotometria de uV/Vis na quantificação de antibióticos em extractos de leite de vaca.** Revista da Faculdade de Ciências da Saúde. Vol. 6, pag. 232-243, Porto – Portugal, 2009.

15. MUCHON, A. M. e ALMEIDA, A. M.. **Desenvolvimento de metodologia para determinação quantitativa de chumbo por espectrofotometria UV-VIS.** Anais do 20º Encontro Nacional de Química Analítica e 8º Congresso Ibero Americano de Química Analítica, Gramado – RS, Brasil, 2020.

16. DOS SANTOS, M. B.; DE SOUZA, L. M. M.; ANTONIASSI, B.. **Determinação de chumbo utilizando como reagente espectrofotométrico o vermelho de bromopirogalol (BPR).** Revista Virtual de Química, Vol. 7, Nº 4, pag. 1057-1071, 2015

17. BATISTA, T. S.. **Estudo de adsorção de metais pesados de efluentes utilizando a casca da tangerina como biomassa adsorvente.** Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Paraíba – Campina Grande, 2014.

CAPÍTULO 13

POTENCIAL USO DO SOFOROLIPÍDIO DE *STARMERELLA BOMBICOLA* COMO INGREDIENTE COADJUVANTE EM PRODUTOS CÁRNEOS EMBUTIDOS

Data de aceite: 01/10/2021

Tania Regina Kaiser
Departamento de Bioquímica e Biotecnologia
Universidade Estadual de Londrina
Londrina – PR

Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi
Departamento de Bioquímica e Biotecnologia
Universidade Estadual de Londrina
Londrina – PR

Mayka Reghiany Pedrão
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Londrina – PR

RESUMO: A natureza perecível dos produtos cárneos requer técnicas de preservação / processamento adequadas dentro de períodos mínimos de tempo, a fim de impedi-la dos mecanismos microbianos e de outros possíveis mecanismos de deterioração. Para isto, a indústria dos produtos à base de carne introduz diversos aditivos alimentares para melhorar suas propriedades tecnológicas funcionais e como conservantes para inibir o crescimento de microrganismos. Alguns aditivos de origem sintética podem levar à produção de substâncias com potenciais cancerígenos, o que levou a indústria da carne há uma demanda crescente por aditivos ou conservantes naturais. Assim, os biossurfactantes são alternativas para atender às novas tendências do mercado, pois demonstram propriedades úteis a serem exploradas no processamento de alimentos. Dentre os biossurfactantes, os soforolipídios tem mostrado grande importância devido à sua atividade antimicrobiana além da propriedade de surfactante. Quanto a sua aplicação na indústria de alimentos, o soforolipídio apresenta características eficazes como agente emulsificante e estabilizante em formulações tipo óleo/água, bem como, tem sido explorada sua aplicação antimicrobiana. Considerando as propriedades emulsificante e antimicrobiana do soforolipídio de *S. bombicola*, este capítulo tem como objetivo descrever o potencial uso desse glicolipídio como um ingrediente em produtos cárneos embutidos.

PALAVRAS-CHAVE: Soforolipídio, produtos cárneos, emulsificante, antimicrobiano.

POTENTIAL USE OF SOPHOROLIPIDE FROM STARMERELLA BOMBICOLA AS A COADJUVANT INGREDIENT IN ENCASED MEAT PRODUCTS

ABSTRACT: The perishable nature of meat products requires proper preservation / processing techniques within minimum time periods in order to prevent them from microbial and other possible spoilage mechanisms. To this end, the meat product industry introduces various food additives to improve their functional technological properties and as preservatives to inhibit the growth of microorganisms. Some additives of synthetic origin can lead to the production of substances with carcinogenic potentials, which has led the meat industry to an increasing demand for natural additives or

preservatives. Thus, biosurfactants are alternatives to meet the new market trends, because they show useful properties to be exploited in food processing. Among biosurfactants, sophorolipids have shown great importance due to their antimicrobial activity in addition to the surfactant property. As for its application in the food industry, the soforolipid presents effective characteristics as an emulsifying and stabilizing agent in oil/water type formulations, as well as its antimicrobial application has been explored. Considering the emulsifying and antimicrobial properties of the soforolipid from *S. bombicola*, this chapter aims to describe the potential use of this glycolipid as an ingredient in sausage meat products.
KEYWORDS: Sophorolipid, meat products, emulsifier, antimicrobial.

1 I INTRODUÇÃO

Para melhorar a qualidade dos produtos à base de carne, a indústria introduz diversos aditivos alimentares (emulsificantes, estabilizadores, reforçadores e outros), que possuem importância especial pois melhoram suas propriedades tecnológicas funcionais, influenciado significativamente a cor, o sabor e aroma dos produtos. Aditivos também são utilizados como conservantes inibindo o crescimento de microrganismos, como por exemplo, o nitrito e nitrato de sódio, no entanto, o uso de altos níveis destes aditivos pode levar à produção de substâncias com potenciais cancerígenos, o que levou a indústria da carne há uma demanda crescente por aditivos ou conservantes naturais.

A crescente conscientização do consumidor sobre produtos artificiais, combinada com a crescente demanda por alimentos naturais, orgânicos e outros alimentos específicos do mercado, tem despertando a atenção para novas moléculas de base biológica. Assim, os biossurfactantes são alternativas para atender às novas tendências do mercado, pois demonstram propriedades úteis a serem exploradas no processamento de alimentos.

Dentre os biossurfactantes, os soforolipídios apresentam uma ampla diversidade estrutural e funcional para aplicação em várias áreas, sendo produzidos pela levedura *Starmerella bombicola* nas formas lactônicas e acídicas podendo ter diferentes graus de acetilação. São pertencentes à classe dos glicolipídios extracelulares, compostos por um dissacarídeo soforose (O β-D-glicopiranosil-2→1-β-D-glicopiranose) unidos por ligação β-glicosídica entre o carbono 1' e o carbono terminal (ω) ou sub-terminal (ω-1) de uma cadeia de ácido graxo de 16 ou 18 carbonos. Este biossurfactante apresenta características eficazes como agente emulsificante e estabilizante em formulações tipo óleo/água.

Os soforolipídios são agentes antibacterianos contra diversas bactérias patogênicas destacando *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus*, sugerindo seu possível uso em emulsões alimentares e como agente antibacteriano. A atividade antimicrobiana é dada principalmente pela forma lactônica do soforolipídio, que causa ruptura da membrana plasmática, por lise celular, causando vazamento do conteúdo do citoplasma de patógenos quando o soforolipídio é aplicado.

Considerando as propriedades emulsificante e antimicrobiana do soforolipídio de *S.*

bombicola, este capítulo tem como objetivo descrever o potencial uso desse glicolipídio como um ingrediente em produtos cárneos embutidos.

2 I INDUSTRIALIZAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS

Nos últimos anos, a indústria de carnes em geral está se movendo em direção à introdução de formulações de produtos mais atraentes e convenientes, especialmente para consumidores com tempo limitado para o preparo das refeições, modificando drasticamente a forma como a carne é comercializada (BALESTRA; BIANCHI; PETRACCI, 2019).

Os embutidos cárneos emulsionados, também chamados de produtos de massa fina (devido ao alto grau de moagem ou cominuição) se destacam como produtos cárneos de maior industrialização e elevado consumo no país, considerados parte integrante da dieta dos brasileiros (CÂMARA, 2020). Dentre estes produtos emulsionados, estão a mortadela e as salsichas (PRESTES *et al*., 2015), onde em seu processo, as matérias-primas são finamente trituradas, resultando em uma aparência muito homogênea (BARBUT, 2015).

Nestes produtos, é importante garantir as caraterísticas técnicas de identidade e qualidade do produto mediante os cuidados nas etapas de elaboração, distribuição e conservação, isso devido a que, os produtos cárneos são alimentos perecíveis, e devem ser devidamente conservados e/ou armazenados em condições que retardem a atividade microbiológica deteriorante (BARRETO *et al*., 2016).

2.1 ADITIVOS EM PRODUTOS CÁRNEOS

A natureza altamente perecível da carne e dos produtos cárneos requer técnicas de preservação / processamento adequadas dentro de períodos mínimos de tempo, a fim de impedi-la dos mecanismos microbianos e de outros possíveis mecanismos de deterioração (HYGREEVA; PANDEY, 2016).

Desta forma, na industrialização dos produtos à base de carne, são introduzidos diversos aditivos alimentares (emulsificantes, estabilizadores, reforçadores e outros), que possuem importância especial pois melhoram suas propriedades tecnológicas funcionais, influenciado significativamente a cor, o sabor, aroma dos produtos (STRASHYNSKIY *et al*., 2016). Também podem ser utilizados para reduzir o custo da formulação e aumentar o prazo de validade dos produtos (BARBUT, 2017).

No Brasil, a legislação permite o uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia de fabricação. Os aditivos são ingredientes adicionados aos alimentos, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais sem objetivo nutricional. Os coadjuvantes de tecnologia de fabricação são substâncias que não são consumidas por si só e que se empregam intencionalmente na elaboração de matérias-primas, alimentos ou seus ingredientes, para obter uma finalidade tecnológica durante o tratamento ou fabricação (BRASIL, 1997).

Na tabela 1, são destacados alguns aditivos e coadjuvantes de tecnologia, bem como suas funções no âmbito industrial de acordo com a Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997.

Tipo	Classificação	Função da substância
Aditivo	Antioxidante	Retarda o aparecimento de alteração oxidativa no alimento.
	Corante	Confere, intensifica ou restaura a cor de um alimento.
	Conservador	Impede ou retarda a alteração dos alimentos provocada por microrganismos ou enzimas.
	Edulcorante	Substância diferente dos açúcares que confere sabor doce ao alimento.
	Espessantes	Aumenta a viscosidade de um alimento.
	Geleificante	Confere textura através da formação de um gel.
	Estabilizante	Torna possível a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento.
	Aromatizante	Substância ou mistura de substâncias com propriedades aromáticas e/ou sápidas, capazes de conferir ou reforçar o aroma e/ou sabor dos alimentos.
	Regulador de acidez	Altera ou controla a acidez ou alcalinidade dos alimentos.
	Acidulante	Aumenta a acidez ou confere um sabor ácido aos alimentos.
	Emulsionante/ Emulsificante	Torna possível a formação ou manutenção de uma mistura uniforme de duas ou mais fases imiscíveis no alimento.
	Realçador de sabor	Ressalta ou realça o sabor/aroma de um alimento.
Coadjuvante de tecnologia	Agente de controle de microrganismos	Tem a propriedade de controlar e/ou inibir o desenvolvimento de microrganismos em determinada fase do processo de fabricação do alimento.
	Detergente	Modifica a tensão superficial em alimentos.

Tabela 1 – Aditivos e coadjuvantes de tecnologia e suas funções no âmbito industrial

Fonte: Brasil (1997)

Alguns aditivos utilizados como conservantes para inibir o crescimento de microrganismos, como por exemplo, o nitrito e nitrato de sódio, se utilizados em altos níveis, podem levar à produção de substâncias com potenciais cancerígenos, o que levou a indústria da carne há uma demanda crescente por aditivos ou conservantes naturais (JIN *et al.*, 2018). Sendo assim, um dos desafios para a indústria da carne é buscar estratégias para reduzir o uso destes aditivos, a fim de minimizar a sua ingestão. Há um interesse considerável no desenvolvimento de alternativas a partir de fontes naturais e outras técnicas de preservação

consideradas comparativamente mais saudáveis. Esse interesse é ainda mais acelerado pela pressão gerada pela demanda do consumidor por produtos de carne com teor reduzido de sal e nitrito (ALAHAKOON *et al.*, 2015).

2.2 QUALIDADE DE PRODUTOS CARNEOS EMBUTIDOS

Um dos desafios dos processadores de produtos cárneos é produzir produtos estáveis, capazes de resistir ao processo de cozimento, sem ocorrer a separação de gordura e água, pois a quebra da emulsão pode ser um custo caro, especialmente em industrias de grande processamento (BARBUT, 2015), podendo favorecer ao desenvolvimento de microrganismos (BARRETO *et al.*, 2016).

A estabilidade da massa e a textura do produto em embutidos à base de emulsão dependem de vários fatores, como a natureza e a quantidade de massa magra, gorduras/óleos, água adicionada, aditivos, outros ingredientes não cárneos e métodos de processamento (SANTHI; KALAIKANNAN; SURESHKUMAR, 2017).

A estabilidade das emulsões pode ser aprimorada, utilizando aditivos como os fosfatos, no entanto, o uso destes é geralmente em dosagens restritas e em alguns países é proibido em produtos cárneos (BALESTRA; PETRACCI, 2019).

Dentre os surfactantes, o soforolipídio apresenta características eficazes como agente emulsificante e estabilizante em formulações tipo óleo/água (GAUR *et al.*, 2019; KOH; GROSS, 2016; XUE *et al.* 2013), sugerindo seu possível uso em emulsões alimentares, porém ainda não aplicado em produtos cárneos.

A contaminação microbiológica também é uma questão que preocupara a indústria de produtos cárneos, pois estes produtos são riscos em nutrientes que fornecem condições ideais para o crescimento de microrganismos, definindo uma natureza perecível (SAUCIER, 2016). Patógenos, especialmente bactérias, são responsáveis por causar uma grande variedade de infecções e intoxicações por meio de alimentos contaminados que resultam em doenças moderadas a graves e mortes (FU *et al.*, 2016).

Khalafalla, Fatma e El-Fouley (2019), demostraram que a maioria dos produtos examinados em seu trabalho (mortadela, hambúrgueres e *nuggets*) estavam contaminados com patógenos de origem alimentar, como o *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Já o estudo de Abd-El-Malek (2017), mostrou que há uma prevalência de 6% *Listeria monocytogenes* em salsichas de frango prontas para o consumo, enquanto que para *Staphylococcus aureus*, a incidência é 24%. Como este tipo de produto pronto para consumo é de grande demanda devido ao seu uso fácil e economia de tempo, mas não sujeita a aquecimento adicional antes do consumo, esses resultados demonstram a importância da vigilância de patógenos de origem alimentar (ANSARI, 2015).

O controle da deterioração dos alimentos e das bactérias patogênicas tem sido alcançado principalmente por tratamento térmico e adição de produtos químicos, como

antimicrobianos sintéticos (VILLALOBOS-DELGADO *et al.*, 2019), no entanto, o uso de produtos químicos sintéticos é limitado devido a aspectos indesejáveis, incluindo carcinogenicidade, toxicidade aguda e períodos de degradação lentos, que podem levar a problemas ambientais, como poluição (CALO *et al.*, 2015).

Assim, nos últimos anos, esforços consideráveis têm sido feitos para encontrar antimicrobianos naturais que possam inibir o crescimento de bactérias e fungos em alimentos, a fim de melhorar a qualidade e o prazo de validade (VILLALOBOS-DELGADO *et al.*, 2019). Os conservantes naturais de fontes como bactérias, fungos, plantas, animais, tem a capacidade de garantir a segurança do alimento devido à sua atividade antimicrobiana exercida contra um amplo espectro de patógenos de origem alimentar. Além disso, metabólitos secundários com atividade antimicrobiana são produzidos por frutas, vegetais, sementes, ervas e especiarias, leite, ovos, tecidos animais e microrganismos como bactérias e fungos (PISOSCHI *et al.,* 2018).

Parece, portanto, provável que o emprego de antimicrobianos naturais está se tornando uma alternativa viável para diminuir os riscos à saúde no caso de alimentos contaminados por microrganismos. É esperado que a demanda por alternativas antimicrobianas naturais, substituindo os compostos sintéticos, aumente de forma constante, conforme a influência negativa exercida por alguns conservantes sintéticos na saúde dos consumidores têm sido demonstrados (PISOSCHI *et al.*, 2018).

3 I SOFOROLIPÍDIO: ESTRUTURA, BIOSSÍNTESE E APLICAÇÃO

Os soforolipídios são biossurfactantes pertencentes à classe dos glicolipídios extracelulares, compostos por um dissacarídeo soforose (O β-D-glicopiranosil-2→1-β-D-glicopiranose) unidos por ligação β-glicosídica entre o carbono 1' e o carbono terminal (ω) ou sub-terminal (ω-1) de uma cadeia de ácido graxo de 16 ou 18 carbonos (ASHBY; SOLAIMAN, 2010). São produzidos pela levedura *Starmerella bombicola* nas formas lactônicas e acídicas podendo ter diferentes graus de acetilação (ASMER *et al.*, 1988; VAN BOGAERT *et al.,* 2011). A forma acídica têm forte capacidade de formação de espuma e solubilidade em água, enquanto a lactônica têm a capacidade de reduzir a tensão superficial da água (LI *et al.*, 2020).

Os soforolipídios formam gotículas finas em várias concentrações através de métodos de emulsificação. São estáveis em uma ampla faixa de pH (2–12), de temperaturas (40–100ºC) e em altas forças iônicas (13–15% de salinidade) (McCLEMENTS; BAI; CHUNG, 2017).

A *S. bombicola* é uma levedura ascomiceta que produz com grande eficiência os biossurfactantes glicolipídios como os soforolipídios. É a levedura mais utilizada para produção devido aos seus rendimentos bastante expressivos (PAULINO *et al.*, 2016), podendo sintetizar grandes concentrações de produto (400 g/L) (PEKIN; VARDAR-SUKAN;

KOSARIC, 2005).

Os soforolipídios são metabólitos secundários secretados na fase estacionária, sob condições limitantes de nitrogênio e a sua produção pode ser fortemente estimulada quando fontes de carbono lipofílicas e hidrofílicas, como glicose e ácido graxo, estão presentes no meio (MA *et al.*, 2019).

As vias de obtenção do soforolipídio podem ocorrer por síntese de novo ou incorporação direta. Na síntese de novo, substratos lipofílicos (alcanos, álcoois, aldeídos) são quebrados em moléculas menores pela via de β-oxidação, para serem incorporados ao soforolipídio. Na via conhecida como incorporação indireta, o substrato oxidado não é decomposto, mas é imediatamente hidroxilado e incorporado ao soforolipídio (GUPTA, 2012).

A hidroxilação de ácido graxo é geralmente considerada como a primeira reação na síntese de soforolipídio. O substrato hidrofóbico é hidrolisado em ácidos graxos pela enzima esterase. No entanto, na ausência de fonte de carbono hidrofóbico exógeno, as células também podem sintetizar ácidos graxos pela síntese de novo usando AcetilCoA (AcCoA) derivado da glicólise. Uma proporção de ácido graxo é diretamente adotada como precursor para a produção de soforolipídios, enquanto a outra proporção participa da via de β-oxidação para gerar AcetilCoA, que é utilizado no metabolismo central do carbono.

Na incorporação direta, os ácidos graxos são hidroxilados na posição ω / ω-1 pela enzima citocromo monooxigenase P450, que apresenta preferência específica para cadeias de ácidos graxos C16-C18. Assim, ácidos graxos mais longos ou ácidos graxos ramificados precisam ser metabolizados em ácidos graxos C16-C18 por meio de β-oxidação. Posteriormente, duas moléculas de UDP-glicose são ligadas aos ácidos graxos hidroxilados através da glicosiltransferase I (*ugt*A1) e da glicosiltransferase II (*ugt*B1) para sintetizar a forma não acetilada de soforolipídio. Sob a catálise da acetiltransferase (*at*), as moléculas de soforolipídio de forma acídica não acetilada podem ser acetiladas na posição C6′ ou C6″ para formar soforolipídio de forma acídica monoacetilada ou de forma acídica diacetilada, que são então secretados no ambiente extracelular pelo transportador MDR (LI *et al.*, 2020).

Finalmente, o grupo carboxila do ácido graxo e a extremidade C4″ dos soforolipídio são conectados sob a ação da esterase (lactonase) extracelular (*sble*) para sintetizar soforolipídio na forma lactônica.

O modo de fermentação é um aspecto importante para melhorar o rendimento e a produtividade na produção de soforolipídio, sendo que ambos desempenham um papel importante, especialmente na fermentação em grande escala. O modo de fermentação comumente usado para *S. bombicola* é a fermentação submersa, incluindo estratégias de batelada e batelada alimentada (WANG *et al.*, 2019). A tabela 2 mostra alguns modos de fermentação aplicados, incluindo os dados de produção obtidos.

Tipo de Fermentação	Tipo de Substrato	Tempo (dias)	pH	T* (°C)	Produção de SLP (g/L)	Referência
Batelada	Glicose e gordura de frango	5	-	30	27,86	Fontoura et al., 2020
Batelada	Glicose e ácido oleico	5	3,5	30	67	Hipólito et al., 2020
Batelada alimentada	Glicose e ácido oleico	12	3,5	30	69,83	Silveira et al., 2019
Batelada	Resíduos de alimentos e têxteis*	3	3,5	30	28,15	Kaur et al., 2019
Batelada alimentada		3,8			92,8	
Semicontinuo	Glicose e ácido oleico	12,5	**	30	477	Zhang et al., 2018
Batelada alimentada	Glicose e óleo de canola	13	3,5	25	325	Dolman et al., 2017
Batelada	Glicose e gordura de frango	5	-	30	41,63	Minucelli et al., 2016
Batelada alimentada	Glicerol e ácido oleico	8	-	25	62,58	Bajaj; Annapure et al., 2015
Batelada alimentada	Glicerol e óleo de mamona	8	-	25	40,23	
Batelada	Glicerol e ácido oleico	8	-	25	52,34	
Batelada	Glicerol e óleo de mamona	8	-	25	24,42	
Batelada alimentada	Glicose e óleo de coco	8	3,5	30	54	Morya et al., 2013
Batelada alimentada	Glicose e óleo de milho	18	3,5	25	>400	Pekin; Vardar-Sukan; Kosaric, 2005

*Resíduos de restaurantes contendo: arroz e macarrão junto com pequenas quantidades de carne, frango, gordura, ossos e vegetais e resíduos de padarias contendo: sobras de pão, pastelaria e bolo. Os resíduos têxteis consistiam em têxteis de algodão 100% puro contendo corantes reativos. **pH mantido de 5,8 a 6,2 nas primeiras 20h e 3,5 a 4 até o final do processo fermentativo.

Tabela 2 – Produção de soforolipídios de acordo com o tipo de substrato e fermentação utilizados

Após a fermentação, são necessárias as etapas de separação, purificação e caracterização. A obtenção dessa biomolécula do caldo fermentado é normalmente realizada por extração com solventes como acetato de etila, hexano e metanol, combinada ou não com técnicas de filtração. Já a identificação e quantificação pode ser realizada por gravimetria e pelo método colorimétrico de antrona. Para purificação e caracterização são utilizadas técnicas envolvem cromatografia de camada fina, cromatografia líquida com espectrômetro de massa, espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier e ressonância

magnética nuclear (QUEIROZ *et al*., 2019).

As vantagens potenciais dos biossurfactantes são que eles são naturais, biodegradáveis, sustentáveis, geralmente têm baixa toxicidade (McCLEMENTS; BAI; CHUNG, 2017) e podem ser facilmente produzidos a partir de fontes de energia renováveis (MAKKAR; CAMEOTRA, 2002).

Dentre os biossurfactantes, os soforolipídios tem mostrado grande importância devido à sua atividade antimicrobiana além da propriedade de surfactante (PONTES *et al*., 2016; ZHANG *et al*., 2017). A atividade antimicrobiana é dada principalmente pela forma lactônica do soforolipídio, que causa ruptura da membrana plasmática, por lise celular, causando vazamento do conteúdo do citoplasma de patógenos quando o soforolipídio é aplicado (KULAKOVSKAYA *et al*., 2014; SILVEIRA *et al*., 2018; SILVEIRA *et al*., 2019).

Quanto a sua aplicação na indústria de alimentos, o soforolipídio apresenta características eficazes como agente emulsificante e estabilizante em formulações tipo óleo/água (KOH; GROSS, 2016; XUE *et al*. 2013). Também tem sido explorada sua aplicação antimicrobiana (QUEIROZ *et al*., 2019). Gaur *et al*. (2019) realizaram estudo aplicando o soforolipídio de *Candida* spp. como emulsificante alimentar e agente antibacteriano e os resultados demonstraram boas propriedades contra bactérias patogênicas (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus*), sugerindo seu possível uso em emulsões alimentares e como agente antibacteriano.

Estudo conduzido por Silva *et al*. (2020) utilizando o biossurfactante microbiano produzido por *Candida bombicola* como um aditivo emulsificante para *cupcake*, revelou que a substituição parcial ou total da gordura vegetal pelo biossurfactante não afeta drasticamente as características físico-químicas do produto final, indicando a viabilidade da aplicação dessa biomolécula na formulação de do produto alimentício.

Também foi relatada seu potencial como agente antimicrobiano de diversos microrganismos patogênicos de origem alimentar, como *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli* (ZHANG *et al*., 2016a; 2016b). Além de apresentar atividade antifúngica contra *Aspergillus flavus*, *Aspergillus melleus*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum, Botrytis cinerea* e *Rhizopus* spp. (HIPÓLITO *et al*., 2020).

Quando aplicado em embalagem destinadas para alimentos, o soforolipídio atribuiu aos filmes atividade antimicrobiana contra os patógenos de origem aviária como *Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus* e *Salmonella* spp., e ainda melhorou as propriedades termomecânicas, mostrando que pode ser incorporado como um agente multifuncional em embalagens (SILVEIRA *et al*., 2020).

4 I CONCLUSÕES

Há um interesse considerável no desenvolvimento de alternativas a partir de fontes

naturais e outras técnicas de preservação consideradas pelos consumidores como mais saudáveis para os produtos cárneos. Assim, os biossurfactantes são alternativas para atender às novas tendências do mercado, pois demonstram propriedades úteis a serem exploradas no processamento de alimentos.

Neste sentido, o soforolipídio é um metabólito com ampla diversidade estrutural e funcional, apresentando características eficazes como agente emulsificante, estabilizante e antimicrobiano, sendo uma alternativa importante de um novo ingrediente a ser explorada na indústria de embutidos cárneos.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-MALEK, A. M. Cooked poultry meat and products as a potential source of some food poisoning bactéria. **Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology**, v. 11, n. 6 p. 23-29, 2017.

ALAHAKOON, A. U.; JAYASENA, D. D.; RAMACHANDRA, S.; JO, C. Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, p. 37-49, 2015.

ANSARI, C. B. Bacteriological examination of ready-to-eat foods (RTE) products of Tehran province, Iran. **Advances in Food Science and Technology**, v. 3, n. 7, p. 328-331, 2015.

ASHBY, R. D.; SOLAIMAN, D. K. Y. The influence of increasing media methanol concentration on sophorolipid biosynthesis from glycerol-based feedstocks. **Biotechnology Letters**, v. 32, n. 10, p. 1429–1437, 2010.

ASMER, H. J.; LANG, S.; WAGNER, F.; WRAY, V. Microbial production, structure elucidation and bioconversion of sophorose lipids. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 65, n. 9, p. 1460-1466, 1988.

BAJAJ, V. K.; ANNAPURE, U. S. Castor oil as secondary carbon source for production of sophorolipids using *Starmerella bombicola* NRRL Y-17069. **Journal of Oleo Science**, v. 64, n. 3, p. 315- 323, 2015.

BALESTRA, F.; BIANCHI, M.; PETRACCI, M. Applications in meat products. *In:* **Dietary fiber: properties, recovery, and applications.** Academic Press, 2019. p. 313-344.

BALESTRA, F.; PETRACCI, M. Technofunctional ingredients for meat products: current challenges. *In:* **Sustainable meat production and processing.** Academic Press, 2019. p. 45-68.

BARBUT, S. Principles of meat processing. *In:* BARBUT, S. **The science of poultry and meat processing.** Ontario, Canada: University of Guelph, Guelph, 2015. p. 1-89.

BARBUT, S. Ingredient addition and impacts on quality, health, and consumer acceptance. *In:* **Poultry quality evaluation.** woodhead publishing, 2017. p. 291-311.

BARRETO, E. H.; STOCCO, C. W.; ALMEIDA, L.; NASCIMENTO, R. F.; BITTENCOURT, J. V. M. Parâmetros de qualidade no processamento de mortadelas. **Espacios**, v. 38, n. 24, p. 2-10, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego.** Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/PORTARIA_540_1997.pdf/3c55fd22-d503-4570-a98b-30e63d85bdad. Acesso em: 30 jun. 2020.

CALO, J. R.; CRANDALL, P. G.; O'BRYAN, C. A.; RICKE, S. C. ESSENTIAL Oils as antimicrobials in food systems – A review. **Food Control**, v. 54, p. 111-119, 2015.

CÂMARA, A. K. F. I. Produtos cárneos emulsionados: quais os cuidados necessários no processamento? **Revista TecnoCarne Digital**, 2020. Disponível em: https://digital.tecnocarne.com.br/processos/produtos-crneos-emulsionados-quais-os-cuidados-necessrios-no-processamento. Acesso em: 30 jun. 2020.

CLAUS, S.; VAN BOGAERT, I. N. A. Sophorolipid production by yeasts: a critical review of the literature and suggestions for future research. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 101, n. 21, p. 7811-7821, 2017.

DOLMAN, B. M.; KAISERMANN, C.; MARTIN, P. J.; WINTERBURN, J. B. Integrated sophorolipid production and gravity separation. **Process Biochemistry**, v. 54, p. 162-171, 2017.

FONTOURA, I. C. C. D.; SAIKAWA, G. I. A.; SILVEIRA, V. A. I.; PAN, N. C.; AMADOR, I. R.; BALDO, C.; ROCHA, S. P. D.; CELLIGOI, M. A. P. C. Antibacterial activity of sophorolipids from *Candida bombicola* against human pathogens. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 63, p. 1-10, 2020.

FU, Y.; SARKAR, P.; BHUNIA, A. K.; YAO, Y. Delivery systems of antimicrobial compounds to food. **Trends in food science & technology**, v. 57, p. 165-177, 2016.

GAUR, V. K.; REGAR, R. K.; DHIMAN, N.; GAUTAM, K.; SRIVASTAVA, J. K.; PATNAIK, S.; KAMTHAN, M.; MANICKAM, N. Biosynthesis and characterization of sophorolipid biosurfactant by *Candida* spp.: Application as food emulsifier and antibacterial agent. **Bioresource Technology,** v. 285, p. 1-4, 2019.

GUPTA, R. K. Biosynthesis of novel sophorolipids using *Candida bombicola* ATCC 22214: characterization and applications. 2012.

HIPÓLITO, A.; SILVA, R. A. A.; CARETTA, T. O.; SILVEIRA, V. A. I.; AMADOR, I. R.; PANAGIO, L. A.; BORSATO, D.; M. A. P. C. CELLIGOI. Evaluation of the antifungal activity of sophorolipids from *Starmerella bombicola* against food spoilage fungi. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 29, p. 1-7, 2020.

HYGREEVA, D.; PANDEY, M. C. Novel approaches in improving the quality and safety aspects of processed meat products through high pressure processing technology-A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 54, p. 175-185, 2016.

JIN, S. K.; CHOI, J. S.; YANG, H. S.; PARK, T. S.; YIM, D. G. Natural curing agents as nitrite alternatives and their effects on the physicochemical, microbiological properties and sensory evaluation of sausages during storage. **Meat Science**, v. 146, p. 34-40, 2018.

KAUR, G.; WANG, H.; TO, M. H.; ROELANTS, S. L.; SOETAERT, W.; LIN, C. S. K. Efficient sophorolipids production using food waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 232, p. 1-11, 2019.

KHALAFALLA, F. A.; ALI, H. M.; EL-FOULEY, A. Microbiological evaluation of chicken meat products. **Journal of Veterinary Medical Research**, v. 26, n. 2, p. 151-163, 2019.

KOH, A; GROSS, R. A versatile family of sophorolipid esters: Engineering surfactant structure for stabilization of lemon oil-water interfaces. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects,** v. 507, p. 152-163, 2016.

KULAKOVSKAYA, E.; BASKUNOV, B.; ZVONAREV, A., The antibiotic and membrane-damaging activities of cellobiose lipids and sophorose lipids. **Journal of Oleo Science**, v. 63, n. 7, p. 701-707, 2014.

LI, Y.; CHEN, Y.; TIAN, X.; CHU, J. Advances in sophorolipid-producing strain performance improvement and fermentation optimization technology. **Applied Microbiology and Biotechnology**, p. 1-13, 2020.

MA, X.; MENG, L.; ZHANG, H.; ZHOU, L.; YUE, J.; ZHU, H.; YAO, R. Sophorolipid biosynthesis and production from diverse hydrophilic and hydrophobic carbon substrates. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 104, n. 1, p. 77-100, 2020.

MAKKAR, RANDHIR S.; CAMEOTRA, SWARANJIT S.; BANAT, IBRAHIM M. Advances in utilization of renewable substrates for biosurfactant production. **AMB express**, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2011.

McCLEMENTS, D. J.; BAI, L.; CHUNG, C. Recent advances in the utilization of natural emulsifiers to form and stabilize emulsions. **Annual Review of Food Science and Technology,** v. 8, p. 205-236, 2017.

MINUCELLI, T.; RIBEIRO-VIANA, R. M.; BORSATO, D.; ANDRADE, G.; CELY, M. V. T.; DE OLIVEIRA, M. R.; BALDO, C.; CELLIGOI, M. A. P. C. Sophorolipids production by *Candida bombicola* ATCC 22214 and its potential application in soil bioremediation. **Waste and biomass valorization**, v. 8, n. 3, p. 743-753, 2016.

MORYA, V. K.; PARK, J. H.; KIM, T. J.; JEON, S.; KIM, E. K. Production and characterization of low molecular weight sophorolipid under fed-batch culture. **Bioresource technology**, v. 143, p. 282-288, 2013.

PAULINO, B. N.; PESSÔA, M. G.; MANO, M. C. R.; MOLINA, G.; NERI-NUMA, I. A.; PASTORE, G. M. Current status in biotechnological production and applications of glycolipid biosurfactants. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 100, n. 24, p. 10265-10293, 2016.

PEKIN, G.; VARDAR-SUKAN, F.; KOSARIC, N. Production of sophorolipids from *Candida bombicola* ATCC 22214 using Turkish corn oil and honey. **Engineering in Life Sciences**, v. 5, n. 4, p. 357-362, 2005.

PISOSCHI, A. M.; POP, A.; GEORGESCU, C.; TURCUŞ, V.; OLAH, N. K.; MATHE, E. An overview of natural antimicrobials role in food. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 143, p. 922-935, 2018.

PONTES, C.; ALVES, M.; SANTOS, C.; RIBEIRO, M. H.; GONÇALVES, L.; BETTENCOURT, A. F.; RIBEIRO, I. A. C. Can sophorolipids prevent biofilm formation on silicone catheter tubes? **International Journal of Pharmaceutics**, v. 513, n. 1–2, p. 697–708, 2016.

PRESTES, R. C.; SILVA, L. B.; TORRI, A. M. P.; KUBOTA, E. H.; ROSA, C. S.; ROMAN, S. S.; KEMPKA, A. P.; DEMIATE, I. M. Sensory and physicochemical evaluation of low-fat chicken mortadella with added native and modified starches. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 7, p. 4360-4368, 2015.

QUEIROZ, C. A. U.; SILVEIRA, V. A. I.; HIPÓLITO, A.; CELLIGOI, M. A. P. C. Perspectivas de aplicação de soforolipídio Microbiano na indústria de alimentos *In:* VIERA, V. B.; PIOVESAN, N. **Inovação em ciência e tecnologia de alimentos 3**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. p. 103-114.

SANTHI, D.; KALAIKANNAN, A.; SURESHKUMAR, S. Factors influencing meat emulsion properties and product texture: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 10, p. 2021-2027, 2017.

SAUCIER, L. Microbial spoilage, quality and safety within the context of meat sustainability. **Meat Science**, v. 120, p. 78-84, 2016.

SILVA, I. A.; VERAS, B. O.; RIBEIRO, B. G.; AGUIAR, J. S.; GUERRA, J. M. C.; LUNA, J. M.; SARUBBO, L. A. Production of cupcake-like dessert containing microbial biosurfactant as na emulsifier. **PeerJ**, n. 8, p. 1-23, 2020.

SILVEIRA, V. A. I.; FREITAS, C. A. U. Q.; CELLIGOI, M. A. P. C. Antimicrobial applications of sophorolipid from *Candida bombicola:* a promising alternative to conventional drugs. **Journal of Applied Biology & Biotechnology**, v. 6, n. 6, p. 87-90, 2018.

SILVEIRA, V. A. I.; NISHIO, E. K.; FREITAS, C. A. U. Q.; AMADOR, I. R.; KOBAYASHI, R. K. T.; CARETTA, T.; MACEDO, F.; CELLIGOI, M. A. P. C. Production and antimicrobial activity of sophorolipid against C*lostridium perfringens* and *Campylobacter jejuni* and their additive interaction with lactic acid. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 21, p. 1-7, 2019.

SILVEIRA, V. A. I.; MARIM, B. M.; HIPÓLITO, A.; GONÇALVES, M. C.; MALI, S.; KOBAYASHI, R. K. T.; CELLIGOI, M. A. P. C. Characterization and antimicrobial properties of bioactive packaging films based on polylactic acid-sophorolipid for the control of foodborne pathogens. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 26, p. 1-7, 2020.

STRASHYNSKIY, I.; FURSIK, O.; PASICHNIY, V.; MARYNIN, A.; GONCHAROV, G. The study of properties of minces in boiled sausages with functional food composition use. **Food Science and Technology**, n. 6, p. 31-36, 2016.

VAN BOGAERT, I. N. A.; ZHANG, J.; SOETAERT, W., Microbial synthesis of sophorolipids. **Process Biochemistry**, v. 46, n. 4, p. 821-833, 2011.

VILLALOBOS-DELGADO, L. H.; NEVÁREZ-MOORILLON, G.V.; CARO, I.; QUINTO, E. J.; MAT, J. Natural antimicrobial agents to improve foods shelf life. **Food Quality and Shelf Life,** p. 125-157, 2019.

XUE, C. L., SOLAIMAN, D. K. Y.; ASHBY, R. D.; ZERKOWSKI, J.; LEE; J. H.; HONG, S.; YANG, D.; SHIN, J. CHEN-MING JI, C. M.; LEE, K. T. Study of structured lipid-based oil-in-water emulsion prepared with sophorolipid and its oxidative stability. **Journal of the American Oil Chemists' Society,** v. 90, p. 123–132, 2013.

WANG, H.; ROELANTS, S. L.; TO, M. H.; PATRIA, R. D.; KAUR, G.; LAU, N. S.; VAN BOGAERT, I. N. A.; SOETAERT, W.; LIN, C. S. *Starmerella bombicola*: recent advances on sophorolipid production and prospects of waste stream utilization. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, v. 94, n. 4, p. 999-1007, 2019.

ZHANG, X.; ASHBY, R.; SOLAIMAN, D. K. Y.; UKNALIS, J.; FAN, X. Inactivation of *Salmonella* spp. and *Listeria* spp. by palmitic, stearic, and oleic acid sophorolipids and thiamine dilauryl sulfate**. Frontiers in Microbiology**, v. 7, p. 1–11, 2016a.

ZHANG, X.; FAN, X.; SOLAIMAN, D. K. Y.; ASHBY, R. D. LIU, Z.; MUKHOPADHYAY, S.; YAN, R. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 *in vitro* and on the surface of spinach leaves by biobased antimicrobial surfactants. **Food Control**, v. 60, p. 158–165, 2016b.

ZHANG, X.; ASHBYB, R. D.; SOLAIMANB, D. K. Y.; LIUB, Y.; FANB, X. Antimicrobial activity and inactivation mechanism of lactonic and free acid sophorolipids against *Escherichia coli* O157:H7. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 11, p. 176-182, 2017.

ZHANG, Y.; JIA, D.; SUN, W.; YANG, X.; ZHANG, C.; ZHAO, F.; LU, W. Semicontinuous sophorolipid fermentation using a novel bioreactor with dual ventilation pipes and dual sieve-plates coupled with a novel separation system. **Microbial biotechnology**, v. 11, n. 3, p. 455-464, 2018.

CAPÍTULO 14

CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DOS CÁLICES DE HIBISCO

Data de aceite: 01/10/2021
Data de submissão: 02/09/2021

Felipe de Oliveira Guimarães Macedo
Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, Campus Alfenas

Luis Felipe Lima e Silva
Professor do curso de Agronomia da Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, Campus Alfenas

Vinícius Junqueira Minjoni
Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, Campus Alfenas

RESUMO: *Hibiscus sabdariffa* L., também conhecida como vinagreira verde, é uma hortaliça não convencional que apresenta múltiplas possibilidades de usos, com potencial alimentício e industrial, bem como farmacológico. A espécie é famosa por ser rica em nutrientes, entretanto, são escassos os trabalhos que avaliassem a constituição nutricional da espécie produzida em condições edafoclimáticas brasileiras. O objetivo do trabalho foi realizar a caracterização nutricional dos cálices de *Hibiscus sabdariffa* L produzidos no sul de Minas Gerais. Para isso, o experimento foi conduzido nas dependências da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), Alfenas-MG, em área do Setor de Experimentação e Olericultura. Em campo o delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições. Em laboratório o delineamento foi inteiramente casualizado, em três repetições, onde as amostras foram avaliadas em relação à composição mineral por meio de determinação dos teores dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e proteínas. Em média, os cálices de *H. sabdariffa* apresentaram significativa constituição nutricional.
PALAVRAS-CHAVE: *H. sabdariffa* L., Hortaliças não convencionais, seguridade alimentar.

NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF ROSELLE

ABSTRACT: *Hibiscus sabdariffa*, also known as Roselle, is an unconventional vegetable that has multiple possibilities of use, with food and industrial potential, as well as pharmacological. The species is famous for being rich in nutrients, however there are few studies evaluating the nutritional constitution of the species produced under Brazilian conditions. The objective of the work was to carry out the nutritional characterization of the *Hibiscus sabdariffa* L. fruits produced in the south of Minas Gerais. For this, the experiment was conducted in the premises of the José do Rosário Vellano University (UNIFENAS), Alfenas-MG, in an area of the Experimentation and Horticulture Sector. The experimental design was in randomized blocks, with three replications. The samples were evaluated in relation to mineral composition by determining the levels of nutrients N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn and proteins. On average, *H. sabdariffa* fruits showed a significant nutritional constitution.
KEYWORDS: *H. sabdariffa* L., unconventional

vegetables, food security.

1 I INTRODUÇÃO

Hibiscus sabdariffa L. é uma planta pertencente à família Malvaceae, cujo gênero compreende cerca de 200 espécies de plantas (ROGERIO JUNIOR, 2019). Por se tratar de uma planta adaptada ao clima quente, se desenvolve bem em climas tropicais com temperatura de 21 °C e 35 °C, sendo cultivada em uma ampla faixa de condições ambientais. Porém, as regiões quentes e com precipitações anuais entre 800 mm e 1.600 mm bem distribuídas são mais adequadas para seu cultivo (MARTINS, 1985; SALES, et al., 2019).

Esta espécie apresenta diversas vantagens que vão do consumo ao cultivo. Com boa adaptação ao clima tropical, pode ser utilizada como ornamental e para a alimentação humana e animal, com a vantagem de todas as partes serem comestíveis (BRASIL, 2010; KINUPP; LORENZI, 2014). Seu grande potencial de produção se destaca uma vez que as diferentes partes da planta têm várias utilidades como hortaliça, medicinal e ornamental, as quais são citadas por serem ricas em vitaminas A e B1 e em ácidos cítrico, málico e tartárico, sendo os cálices carnudos (sépalas), que envolvem o fruto, a parte mais consumida da planta (CASTRO et al., 2004, EL NAIM, et al. 2017).Tradicionalmente, *Hibiscus sabdarifae L.* tem sido usado para fins medicinais para o alívio da garganta azeda e para cicatrização de feridas como um anti-séptico (EL NAIM et al. 2017; KOES, VERWEIJ E QUATTROCCHIO 2005).

O aumento da produção de alimentos seguros e nutritivos é uma necessidade global. Também aumentar o rendimento é o máximo importante objetivo agroeconômico dos agricultores. Para um crescimento saudável e rendimento ideal, os nutrientes devem estar disponíveis para plantas em quantidade, proporção e forma utilizáveis na hora certa e no lugar certo. Para cumprir estes requisitos, fertilizantes químicos e/ou adubos orgânicos são necessários (ROGÉRIO-JUNIOR, 2019; BRASIL, 2010).

O consumo de *H. sabdariffa* poderia se apresentar como uma excelente opção na forma de fonte de compostos nutricionais, sobretudo, para populações com menor poder aquisitivo. No entanto, estudos comprovando suas propriedades nutricionais ainda são incipientes.

Além disso, sabe-se que a constituição nutricional dos produtos vegetais varia em relação a muitos fatores. Diferentes trabalhos indicam variadas constituições nutricionais dos cálices da vinagreira verde (SILVA, 2018), entretanto, ainda são escassos os estudos que avaliassem as constituições nutricionais da cultura produzida nas condições brasileiras. Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar a constituição nutricional dos cálices de *Hibiscus sabdariffa* produzidos na região do sul de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências da Universidade José do Rosário

Vellano (UNIFENAS), Alfenas-MG, em área do Setor de Olericultura e Experimentação (21025'45''S, 45056'50"W, 880 m de altitude). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições. Ao todo o experimento foi composto por 15 parcelas, e cada parcela foi composta por 6 plantas, sendo avaliadas as 4 plantas intermediárias.

A semeadura foi realizada em março de 2020, em bandejas de isopor de 128 células, contento substrato comercial Plantmax. As sementes de *H. sabdariffa* foram obtidas a partir do Banco de Germoplasma de Hortaliças Não Convencionais da Universidade Federal de Lavras. Em cerca de 40 dias após a produção das mudas, estas foram transplantadas para local definitivo em canteiros de 1,25 m de largura por 0,6 m de altura, sob cultivo protegido em casa de vegetação. A umidade do solo foi mantida em capacidade de campo e a irrigação foi localizada por gotejo.

Para análise química do solo da área experimental foram coletados cerca de 350 dm^3 da camada superficial (0 a 20 cm) de solo de textura argilosa, que há vários anos não recebia insumos, o qual foi seco ao ar e à sombra, destorroado, passado em peneira de 4 mm de abertura de malha, e amostrado para análise química inicial de rotina (Silva, 2009).

A adubação foi estabelecida após interpretação da análise de solo da área de acordo com indicação em doses de 100 Kg/ha de N, 100 Kg/ha de P e de 100 Kg/ha de K para as culturas das Malváceas (Ribeiro, 1999), verificando-se a disponibilidade muito boa de P e boa de K.

Foi realizada a adubação de plantio, onde foram aplicados 20% do nitrogênio, 40% do potássio e todo o fósforo recomendados. O restante dos adubos foram aplicados em coberturas, aos 20, 40 e 60 dias após o transplantio, sendo o restante de nitrogênio (28, 26 e 26%) e do potássio (20, 20 e 20%) parcelados em três vezes.

As plantas foram transplantadas em espaçamento estabelecido em E1 = 0,5m x 0,6m (aproximadamente 33.333 plantas por ha), e os demais tratos culturais foram estabelecidos de acordo com adaptações das indicações para a cultura (MAPA, 2010).

Os frutos foram colhidos após a antese, da parte intermediária das plantas, e deles retirados os cálices. A matéria seca dos cálices foi moída em moinho do tipo Willey, e nas amostras foi avaliada a composição química, por meio da determinação dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn), de acordo com Carmo et al. (2000). Em laboratório, o delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com 3 repetições e em triplicata. A quantidade de proteína foi calculada utilizando-se o fator de conversão do nitrogênio de 5,75, de acordo com a RDC 360-ANVISA para proteínas vegetais (BRASIL, 2003). Os dados foram submetidos à análise descritiva por meio de médias e desvios padrões, e os resultados foram apresentados em tabela. A análise estatística foi realizada utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÂO

A constituição nutricional do cálice de *Hibiscus sabdariffa* em relação aos macronutriente (N, P, K, Ca, Mg e S) e aos micronutrientes (Zn, Cu, Mn, Fe e B) em teores médios está descrita na Tabela 1.

Variável analisada	Média Aritmética amostral	Desvio Padrão
N	16,66 g.kg-1	2,64
P	3,37 g.kg-1	0,39
K	14,74 g.kg-1	2,61
Ca	8,79 g.kg-1	1,12
Mg	3,91 g.kg-1	0,56
S	1,95 g.kg-1	0,29
Zn	43,40 mg.kg-1	2,66
Cu	6,86 mg.kg-1	1,14
Mn	120,09 mg.kg-1	4,57
Fe	403,93 mg.kg-1	8,82
B	39,26 mg.kg-1	6,30

Tabela 1 - Médias e desvio padrão da constituição mineral do cálice de *Hibiscus sabdariffa.*

O cálice de *H. sabdariffa* apresentou em média um teor de 16,66 g.kg^{-1} de nitrogênio, que resulta em torno de 95,8 g.kg^{-1} de proteínas (BRASIL, 2003). O N é o incumbido pelo crescer e desenvolver de raízes, caules e folhas. A planta absorve, ainda no começo da vida, a maior parte do nitrogênio de que precisa e o guarda em seus tecidos de crescimento. O nitrogênio acumulado nas plantas alimentícias geralmente apresenta uma relação com a proteína presente nestes alimentos. As proteínas possuem papéis estruturais e metabólicos, fundamentais para a manutenção dos organismos vivos.

São necessários estudos mais aprofundados no que diz respeito à digestibilidade e biodisponibilidade dessas proteínas no organismo humano ou organismo animal, dependendo de cada uso e finalidade. O resultado é bastante significativo e superior aos dados médios de teores de proteínas elucidados por Silva et al. (2018) para as folhas de hortaliças não convencionais, tais como *T. majus*, *S. byzantina*, *X. sagittifolium*, bem como para os botões florais de *H. sabdariffa*, os quais apresentaram em média cerca de 34,40 g.Kg^{-1} de proteínas.

O teor de 3,37 g.kg^{-1} de fósforo foi observado nos cálices da vinagreira verde. O fósforo é essencial na formação da clorofila e eleva o potencial da planta para absorver os elementos férteis do solo, já que age no desenvolvimento radicular. Ele tem função elementar na qualidade dos frutos e maturação das sementes, devendo ser mais usado em culturas com o objetivo de criação de raízes, aumento de floradas e frutificação e produção de sementes.

Dentre os minerais, Nzikou et al (2011) relataram o fósforo como um dos mais prevalentes nas sementes do hibisco, em constituição de 510 ± 1,58 $g.kg^{-1}$. Segundo a NEPA/UNICAMP (2011), dentre as hortaliças não convencionais, ressaltam-se valores bastante expressivos de fósforo em várias espécies, em especial para o major-gomes (84,50 $mg.100g^{-1}$) e as folhas de vinagreira (138,23 $mg.100g^{-1}$), teores estes bastante superiores ao observado neste trabalho para os frutos da vinagreira verde.

Tão relevante quanto os dois elementos já citados, o K favorece na criação de tubérculos e rizomas, fortalecendo os tecidos vegetais e ainda aumenta a resistência contra a seca (CANAL AGRO, 2020). A forma que a planta distribui e redistribui estes nutrientes em seus órgãos é complexa vinculada a muitos outros fatores, tais como fatores genéticos, ambientais, e possíveis interações entre eles. O Potássio é um nutriente muito importante na nossa alimentação. Desempenha um papel crítico na transmissão dos impulsos nervosos, contração muscular e manutenção da pressão arterial normal. A falta de K pode resultar em doenças do fígado, espinhas na pele, cicatrização lenta de feridas e fraqueza muscular (ATTA, et al., 2013). Em geral, os cálices de *Hibiscus sabdariffa* apresentaram em média 14,74 $g.kg^{-1}$ de K na matéria seca analisada. Em termos de minerais, Nzikou et al (2011) relatam o potássio como mais prevalente nas sementes do hibisco, em um teor de 1,329 ± 1,47 $g.kg^{-1}$, valor bastante inferior ao observado neste trabalho para o teor nos cálices.

O cálcio é um mineral de importância vital para o ser humano e é um nutriente encontrado em grande quantidade no organismo, constituindo 2% do peso de uma pessoa. Responsável pela formação dentária e óssea, além de atuar na coagulação do sangue em conjunto com a vitamina K (COZZOLINO, 2005). Os cálices apresentaram em média um teor de 8,79 g de Ca por Kg de matéria seca. Ismail, Ikram e Nazri, (2008) obtiveram dados de cálcio 1,72 $mg.100g^{-1}$ nas sementes de vinagreira verde. Diante das análises quantitativas desenvolvidas por Freitas, Santos e Moreira (2013) foi observado quantidades relevantes de cálcio principalmente no caule da vinagreira verde (6,08 mg/l). São escassos os trabalhos que determinassem as quantificações nutricionais dos cálices da vinagreira verde.

Freitas, Santos e Moreira (2013) obtiveram a partir de análises quantitativas o teor médio de 0,32mg/l de magnésio no caule e nas folhas hibisco. De acordo com Riaz et al. (2020) a composição de magnésio nos cálices secos de hibisco, foi de 2,28 g. kg^{-1}, valor este bastante inferior aos 4,46 g. kg^{-1} de magnésio observado neste estudo para a constituição nutricional dos cálices da vinagreira verde.

O enxofre é um dos nutrientes mais requeridos pelas plantas, com papel fundamental em processos metabólicos e na produção de proteínas (DUARTE, 2020), este mineral apresenta elevada importância para a manutenção dos organismos tanto para os vegetais quanto para a nutrição humana. Dentre os vegetais considerados convencionais e ricos em enxofre, a couve apresenta 3,06 ($g.kg^{-1}$) e o repolho 3,24 ($g.kg^{-1}$) em base seca (VIANA, 2013), valores superiores aos 1,95 $g.kg^{-1}$ observados neste estudo para *H. Sabdariffa*.

O zinco é um elemento essencial ao organismo humano e, geralmente, as hortaliças

folhosas são fontes modestas desse elemento (FAO, 2001). No estudo de Botrel et al. (2020) as folhas de hibisco apresentaram destaque no teor de zinco, com 2,39 mg.100g^{-1}. O cálice de hibisco aqui avaliado apresentou em média 43,40 mg de zinco por kg^{-1} de matéria seca.

O cobre é um microelemento de grande importância para a saúde humana. Nas folhas das espécies bertalha, major-gomes, ora-pro-nóbis e hibisco, este nutriente apresentou média de teores em torno de 0,2 mg 100 g^{-1}. Sobrepondo aos teores de cobre de outras hortaliças, como o espinafre, o repolho, o agrião e a chicória (NEPA/UNICAMP, 2011). O valor de 3,68 mg/100g foi encontrado por Riaz et al. (2020) nos cálices secos de hibisco, valor bastante inferior aos 8,56 mg.kg^{-1} observados neste estudo.

O manganês é um mineral vital para a vida. Na pesquisa de Freitas, Santos e Moreira (2013) foi encontrado o valor médio de 0,14mg/l de Mn para as folhas e caule da vinagreira verde. Riaz (2020) demonstrou em sua pesquisa o valor de 22,4 mg.kg^{-1} de Mn para os cálices secos de hibisco, valor este bastante superior aos observados neste estudo. Em estudos com outras espécies, como por exemplo, no ora-pro-nóbis, o teor de Mn é considerado bastante expressivo (7,31 mg 100 g-1), seguido do major-gomes (2,25 mg 100 g^{-1}), principalmente quando estas hortaliças não convencionais são comparadas com hortaliças convencionais, como alface, agrião, espinafre, repolho e rúcula, que não atingem 1 mg 100 g^{-1} deste nutriente em suas folhas (NEPA/UNICAMP, 2011). Os teores de Mn observados para a constituição dos cálices secos de *H. sabdariffa* superam significativamente estes valores considerados expressivos para essas outras espécies.

Sobre o ferro, valores expressantes para as sementes da vinagreira verde foram observados por Ismail, Ikram e Nazri (2008), os quais obtiveram valor médio de 570 mg.kg^{-1}. Para Pinheiro et al (2013), quanto ao teor de ferro total, a folha de vinagreira apresentou o equivalente a 8,7 mg/100g. Freitas, Santos e Moreira (2013) mostraram uma taxa de ferro acima da média dos vegetais observados no caule (11,91 mg/l) e nas folhas (30,04 mg/l) de *H. sabdariffa*. O consumo de 100 g da folha da vinagreira representa a ingestão de 56,14 % das necessidades diárias desse mineral, mostrando seu grande potencial nutricional (MARTINS 1985). Silva et al. (2018) observou o teor médio de 0,4 mg.kg^{-1} de Fe nos cálices secos da vinagreira verde, valor este bastante inferior aos observados neste estudo. Os teores de Fe variaram grandiosamente nas constituições dos cálices secos sob os diferentes tratamentos de adubação aplicados. De forma geral, os cálices de *H. sabdariffa* se destacam nos teores deste nutriente.

A flor de hibisco é uma importante fonte de boro. Em 1 litro de infusão de hibisco se encontra aproximadamente 5,5 mg de boro. Este nutriente é bastante importante para a saúde óssea, artrite e alterações hormonais dos seres humanos (RICIARDI, 2016). Os cálices secos de *H. sabdariffa* apresentaram em média 39,26 g.kg^{-1} de Boro em matéria seca.

Além de sabor peculiar, *Hibiscus sabdariffa* L. apresenta potencial nutricional, por ser rico em vitaminas e nutrientes essenciais. Silva et al. (2015) demonstrou potencial nutricional dos cálices de vinagreira por apresentarem significativos valores de atividade antioxidante,

compostos fenólicos, vitamina C, pectina total, carotenoides totais, antocianinas monoméricas, valor calórico, acidez, lipídeos, proteínas, umidade, cinzas, fibras e nitrato. Amin, Hainda e Halimatul (2016) confirmaram que o cálice é carregado com um alto teor de cálcio, niacina, riboflavina, ferro e vitamina C, chegando a ter nove vezes mais que uma laranja.

Umesha e colaboradores (2018) elucidaram que as concentrações de N, P e K quando aumentadas no solo com a adubação, resultam no aumento do crescimento e da produtividade das plantas de hibisco. Além dos nutrientes disponíveis para as plantas, estes autores também enfatizam que os acréscimos de NPK ao solo podem influenciar positivamente ou negativamente nas populações de microorganismos benéficos, os quais também produzem substâncias que auxiliam no crescimento, resultando em uma absorção mais eficiente de nutrientes pelas plantas.

De fato são muitos os possíveis fatores de interferência nas constituições nutricionais dos produtos vegetais. Vale ressaltar que o solo utilizado neste trabalho para a produção dos cálices de *H. sabdariffa* foi considerado bom a ótimo quanto à disponibilidade de nutrientes para as plantas, o que pode ter influenciado positivamente nos teores dos minerais observados.

O aumento do nível de fertilização NPK aumentou significativamente a produção de frutos e os componentes da produção de sementes da vinagreira verde em estudos de FAHMY & HASSAN, 2019. Hago e Omã (1999) observaram que o crescimento e o rendimento de *H. sabdariffa* foram significativamente afetados pela aplicação de ambos os nutrientes nitrogênio e fósforo, mas o fósforo apresentou menor efeito no crescimento das plantas do que o nitrogênio. Oyewole e Mera (2010) mencionaram que a altura da planta da vinagreira verde respondeu significativamente à fertilização com nitrogênio e fósforo, e a produção de cálice e sementes aumentou com o aumento das taxas de fertilizantes N e P. O estudo feito por Abbas e Ali (2011), para averiguar o efeito da aplicação foliar de NPK em alguns caracteres de crescimento da cultivar *Hibiscus sabdariffa* L., demonstrou que a aplicação foliar de NPK tem um efeito positivo sobre os caracteres vegetativos e sobre os constituintes químicos dos cálices. A mesma atuação pode ser vista em outras espécies de vegetais e plantas. (NGAN, RIDDECH, 2020; TU, 2018).

Hortaliças como alface, brócolos, couve, couve flor, mostarda e rúcula, apresentam em média os teores de 0,45 g de P; 3,31 g de K; 1,01 g de Ca; 0,22 g de Mg; 0,4 mg de Cu; 7 mg de Fe; 3,5 mg de Mn e 3,2 mg de Zn, estipulados em 1000g de parte comestível (LIMA, 2011), valores bastante inferiores às médias observados neste estudo para os cálices da vinagreira verde.

Níveis diferentes de adubos aplicados às culturas vegetais influenciam significativamente na produção dessas espécies, e comumente interferem nas constituições nutricionais dos produtos colhidos (SILVA, 2018). Números diferentes encontrados nos valores demonstrados neste trabalho, em comparação com outras pesquisas, podem ser influenciados por fatores pré-colheita, como exemplo o local e sistema de cultivo, idade da

planta no tempo da colheita, bem como a variabilidade que sucede dentro da própria espécie. Na explicação de Salami e Afolayan (2020) a composição nutricional dos cálices frescos da planta difere de diferentes estudos, provavelmente devido às diferentes variedades/genótipos, ambientes vegetais e condições de colheita.

Em média, os cálices de *H. sabdariffa* apresentaram elevados teores dos minerais avaliados. Visando a manutenção do organismo, o corpo humano precisa absorver por meio da alimentação diferentes nutrientes considerados essenciais. As recomendações nutricionais diárias destes minerais variam em diferentes fatores (EUR-LEX, 2006). Os resultados da composição nutricional dos cálices de *H. sabdariffa* indicam a possibilidade da utilização dessa espécie como fonte de compostos naturais em forma de alimentos bem como para a indústria. Entretanto, para uma correta inclusão na alimentação diária, sugerem-se estudos mais aprofundados, aferindo as porções máximas recomendadas, bem como outros compostos não estudados neste trabalho.

2 | CONCLUSÃO

H. sabdariffa apresenta significativos teores de proteínas e dos minerais N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Mn, Fe e B, na constituição de seus cálices.

REFERÊNCIAS

ABBAS, M. K.; ALI, A. S. Effect of Foliar Application of NPK on Some Growth Characters of Two Cultivars of Roselle (Hibiscus sabdariffa L.). **American Journal of Plant Physiology**, v. 6, pp. 220-227, 2011.

AL-SAYED, H. M. et al. Evaluation of quality and growth of roselle (Hibiscus sabdariffa L.) as affected by bio-fertilizers. **Journal of plant nutrition**, v. 43, n. 7, pp. 1025-1035, 2020

AMIN, I. HAINDA, E. K. I.; HALIMATUL, S. M. N. Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) seeds nutritional composition, protein quality and health benefits, **Foods**, v. 2, N. 1, pp. 1–16, 2008.

ARANGUREN, M.; CASTELLÓN, A.; AIZPURUA, A. Topdressing nitrogen recommendation in wheat after applying organic manures: The use of field diagnostic tools. **Nutr Cycl Agroecosyst**. V. 110, pp. 89–103, 2018.

ATTA. S. et al. Nutrients composition of calyces and seeds of three Roselle (Hibiscus sabdariffa L.) ecotypes from Niger. **African Journal of Biotechnology.** V. 12, n. 26, pp. 4174-4178, junho 2013.

BOTREL, N., et al. Nutritional value of unconventional leafy vegetables grown in the Cerrado Biome/Brazil. ***Brazilian Journal of Food Technology***, V. *23*, 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 dez. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. **Manual de hortaliças não-convencionais.** Brasília: Mapa/ACS, 2019.

CANAL AGRO. **O que é NPK e como o adubo deve ser utilizado**. Estadão. Fev/2020. Disponível em: https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/o-que-e-npk-e-como-o-adubo-deve-ser-utilizado/. Acesso em: 21 de novembro de 2020.

CARDOSO, M. O. **Hortaliças não-convencionais da Amazônia**. Brasília: Embrapa-SPI. 1997.

CARMO, C. D. S., DE ARAUJO, W. S., BERNARDI, A. D. C., & SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos.** Embrapa Solos-Circular Técnica (INFOTECA-E). 2000.

CASTRO, N. E. A., et al. Planting time for maximization of yield of vinegar plant calyx (Hibiscus sabdariffa L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n.3, pp. 542-551, 2004.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes.** São Paulo: Manole, 2005.

DA-COSTA-ROCHA, I.; et al.. *Hibiscus sabdariffa* L. - A phytochemical and pharmacological review. **Food Chemistry,** v.165, p.424-443, 2014.

DUARTE, G. R. B. **Enxofre para as plantas:** adubações e outras recomendações de manejo. Lavoura. Julho, 2020. Disponível em: < https://blog.aegro.com.br/enxofre-para-as-plantas/#:~:text=O%20enxofre%20(S)%20%C3%A9%20um,enchimento%20dos%20gr%C3%A3os%2C%20por%20exemplo.> Acesso em: 03 dez 2020.

EL NAIM, A. M., A. I. et al. Effects of nitrogen and biofertilizers on growth and yield of roselle (Hibiscus sabdariffa var sabdariffa l**). International Journal of Agriculture and Forestry.** V.7, n. 6, pp. 145–150, 2017.

EUR-LEX. Aceess to European Union Law. 2006. Disponível em: < http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32006R1881>. Acesso em: 10 set. 2014.

FAHMY, A. A.; HASSAN, H. M. S. Influence of different NPK fertilization levels and humic acid rates on growth, yield and chemical constituents of roselle (Hibiscus sabdariffa L.) **Middle East J. Agric. Res**., v. 8, n.4, pp. 1182-1189, 2019.

FAO. World Health Organization – WHO Human vitamin and mineral requirements. In Food and Agriculture Organization – FAO. World Health Organization – WHO, 286 p. Bangkok, Thailand: FAO/WHO. 2001. FAO. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018.. Disponível em <http:// www.fao.org/giews/english/cpfs/index.htm#2015.> Acesso em: 15 nov 2020.

FREITAS, N. M.; SANTOS, A. M. C. M.; MOREIRA, L. R. M. O. Avaliação fitoquímica e determinação de minerais em amostras de Hibiscus sabdariffa L (vinagreira). **Cad. Pesq.,** São Luís, v. 20, n. 3, set./dez. 2013.

FRIMPONG, G. **Investigating the suitabity of (Roselle plant sabdariffa L.) calyx extract as colouring agent for paediatric syrup.** M.Sc. Thesis. Department of Pharmaceutic . Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi. Ghana. 2008

GHABOUR S. S. I.; et al. Impact of bio and mineral fertilizers on growth, yield and its components of

roselle plants (Hibiscus sabdariffa, L.) grown under different types of soil. **Horticult Int J**. v.3, n.5, pp. 240-250, 2019.

GHISLAIN, M.T.; et al. Effect of "Foléré" juice (calyx of Roselle plant sabdariffa L.) on some biochemical parameters in humans. **Pak. J. of Nut.** V. 10, n.8, pp. 755 – 759, 2011.

GOLZARFAR, M. A. H. S. et al. 2011. Changes of safflower morphologic traits in response to nitrogen rates, phosphorus rates and planting season. **International Journal of Science and Advanced Technology**, v.1 n. 10, pp.84-89, 2011.

HAGO, T. E. M.; OSMAN, B. M. Effect of nitrogen and phosphorus on some quality attributes of Roselle (Hibiscus sabdariffa var. sabdariffa L.) under irrigation Univ.of Khartoum **J. of Agr. Sci**. V.7, n.2, pp. 16-24, 1999.

HALIMATUL, S. M. N., et al. Protein quality of roselle (Hibiscus sabdariffa L.) seeds. **ASEAN food Journal**, 14:131-140, 2007.

HAMMAD, K. H. A.; HUSSEIN, H. A. Effect of NPK and chicken manure on the growth productivity and som growth components of squash (Cucurbita pepo L.). ARPN **J of Agric And Bio sci**. v.11, n. 6, pp. 230–235. 2016.

HUSSEIN, M.H.; JALAL, A.H.; IYAD, A.M.A. The effect of some foliar nutrients on the growth and yield characteristics of Roselle plant (Hibiscus sabdariffa L.) Tikrit University. **Journal for Agricultural Sciences.** Pp. 20-27. 2014.

A. Ismail, E.H.K. Ikram, H.S.M. Nazri. **Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seeds nutritional composition protein quality and health benefits Food,** 2 (1) (2008), pp. 1-16

KAHIL, A. A.; HASSAN, F. A. S.; ALI, E. F. Influence of bio-fertilizers on growth, yield and anthocyanin content of Hibiscus sabdariffa L. plant under Taif region conditions. **Annual Research & Review in Biology**. V. 17, n. 1, pp. 1–15, 2017.

KAVITHA, M. P.; GANESARAJA, V.; PAULPANDI, V.K. Effect of foliar spraying of seaweed extract on growth and yield of rice (Oryza sativa L.). **Agricultural Science Digest.** V. 28, n. 2. 2008.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil:** guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014. 768 p.

KOES, R., W. VERWEIJ, AND F. QUATTROCCHIO. Flavonoids: A colorful model for the regulation and evolution of biochemical pathways. **Trends in Plant Science.** V.10, n.5, pp. 236–242, 2005.

LEMMA, D. T. Determination of Optimum Farmyard Manure Rates for Growth, Yield and Yield Components of Roselle (Hibiscus sabdariffa L.) **International Journal of Research in Agricultural Sciences**. V. 7, n. 5, pp. 243 – 250, 2020.

LIMA, D.M. Tabela brasileira de composição de alimentos-TACO. NEPA-UNICAMP, 2011. 164 p.

LUZ, F. J. F.; SÁ SOBRINHO, A. F. **Vinagreira (Hibiscus sabdariffa)** .In: CARDOSO, M. O. (Coord.) Hortaliças não-convencionais da Amazônia. Brasília:Embrapa – SPI: Manaus:Embrapa CPAA, p. 63-69.

1997.

MAHADEVAN, N.; SHIVALI; PRADEEP, K. Roselle plant sadariffa Linn- **An overview natural product radiance**, v.8, n.1, pp. 77–83, 2009.

MAJEED, K. A.; ALI, S. A. Effect of Foliar Application of NPK 20-10-10 on Some Growth Characters of Two Cultivars of Roselle (Hibiscus sabdariffa L.). **American Journal of Plant Physiology**, v. 6, pp. 220-227, 2011.

MARSCHNER, H., **Functions of mineral nutrients: micronutrients.** In: Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed., Academic Press, London, pp. 313-404, 1995.

MARTINS, M. A. S. **Vinagreira (Hibiscus sabdariffa L.) uma riqueza pouco conhecida.** São Luiz: Emapa, 12p. 1985.

MCKAY, D.L.; et al. Roselle plant Sabdariffa L. tea (Tisane) lowers blood pressure in pre hypertensive and mildly hypertensive adults. **The J. of Nut. and Disease**, v.140, pp. 298–303, 2010.

MERA, U. M.; et al. Response of Roselle (Hibiscus sabdariffa L.) to Farmyard Manure and Nitrogen-fertilizer in the semi-arid savanna of Nigeria. **Nigerian Journal of Basic and Applied Science,** v. 17, n.2, pp.246-251, 2009.

MOHAMMED, M. H. M.; et al. Growth, yield components and chemical constituents of Stevia rebaudiana Bert. as affected by humic acid and NPK fertilization rates. **Zagazig J. Agric. Res**., v. 46, n.1, pp. 1-14, 2019.

NEPA/UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos** – TACO. 4ª edição. 2011. Disponível em: < http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=1>. Acesso em: 02 dez. 2020.

NGAN, N. M.; RIDDECH, N. Use of Spent Mushroom Substrate as an Inoculant Carrier and an Organic Fertilizer and Their Impacts on Roselle Growth (Hibiscus sabdariffa L.) and Soil quality. **Waste Biomass Valor**. 2020.

NZIKOU, J. M.; et al. Characteristic and Nutritional Evaluation of seed oil from Roselle (Roselle plant sabdariffa L.) in Gongo – Brazzaville. Current Research. **J. of Biol. Sci**., v. 3, n.2, pp. 141–146. 2011.

OYEWOLE, C.I.; MERA, M. Response of roselle (Hibiscus sabdariffa L.) to rates of inorganic and farmyard fertilizers in the Sudan savanna ecological zone of Nigeria. **African J. Agric. Res.,** v. 5, pp. 2305-2309, 2010.

PINHEIRO, E. M.; et al. Estudo da qualidade nutricional e de ferro total da folha de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*) comercializada na cidade de São Luís, MA. **Hig. alim.** V.27, pp. 172-176, jan.-fev. 2013.

REZENDE, A. L. P.; CONEGLIAN, R. C.C.; FONSECA, M. J. O. F.; BOTREL, N. Characterization and shelf life of “roselle” leaves stored in different packages under refrigeration. **Rev. Bras. Cienc. Agrar**., Recife, v.14, n.1, 2019.

RIAZ, G.; NAIK, S. N.; GARG, M.; CHOPRA, R. Phytochemical Composition of an Underutilized Plant

Sorrel/Roselle (Hibiscus Sabdariffa L.) Cultivated in India. **Nano Bio Science.** V. 10, n. 2, 2020.

RICARDI, P. Hibisco na medida certa. Set 2016. Disponível em: < https://priciardi.com.br/2016/09/20/hibisco-na-medida-certa/#:~:text=Em%201%20litro%20de%20infus%C3%A3o,%C3%A9%20de%2010mg%2Fdia).> Acesso em: 02 dez 2020.

ROGÉRIO JÚNIOR, B. **Desenvolvimento da vinagreira (*hibiscus sabdariffa l.*) sob diferentes fontes de potássio.** Dissertação de Mestrado. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. Morrinhos, 2019.

ROMI, A. H.; ABDUL-NABI, R. A.; ALFAYYADH, D. Z. Y. Effect Of Iba Growth Regulator And Nitrogen Fertilization On Some Traits Of Vegetative And Fruit Growth For Two Cultivars Of Roselle Plant (Hibiscus Sabdariffa L.). **Plant Archives,** V. 20, N.2, pp. 4038-4045, 2020.

SALAMI, S. O.; AFOLAYAN, A. J. Suitability of Roselle-Hibiscus sabdariffa L. as Raw Material for Soft Drink Production. **Journal of food quality.** 2020.

SALES, M. A. de L.; MOREIRA, F. J. C.; ELOI, W. M.; RIBEIRO, A. A. Desenvolvimento da vinagreira (hibiscus sabdariffa linn.) em função de seis níveis de salinidade da água de irrigação. **Holos**, V. 35, N.2, 2019.

SILVA, A. B.; et al. Compostos químicos e atividade antioxidante analisados em Hibiscus rosa-sinensis L. (mimo-devênus) e Hibiscus syriacus L. (hibisco-da-síria). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, 2016.

SILVA, L. F. L. e. **Hortaliças não convencionais: quantificação do DNA, contagem cromossômica, caracterização nutricional e fitotécnica**. 2015. 141 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

SILVA, L. F. L. E., SOUZA, D. C., RESENDE, L. V., NASSUR, R. D. C. M., SAMARTINI, C. Q., & GONÇALVES, W. M. (2018). Nutritional evaluation of non-conventional vegetables in Brazil. **Anais da academia Brasileira de Ciencias**, v. 90, n. 2, p. 1775-1787, 2018.

TU, T. C. Effect of polyhalite on tea productivity and quality on basaltic soil in loam Dong, Vietnam. **International Journal of Science and Research**, v.7, n.1, p. 832-834, 2018.

UMESHA, S., P. K.; SINGH, R. P. Microbial biotechnology and sustainable agriculture. In **Biotechnology for sustainable agriculture**, ed. R. L. Singh and S. Monda, Chap. V. 6, PP. 185–205. 2018.

VIANA, M. M. S. **Potencial nutricional, antioxidante e atividade biológica de hortaliças não convencionais.** Dissertação para pós-graduação. Universidade Federal de São João del Rei. Sete Lagoas, 2013.

YOSEFI, K., et al. Effect of bio-phosphate and chemical phosphorus fertilizer accompanied with micronutrient foliar application on growth, yield and yield components of maize (Single Cross 704). V.5, N.2, pp.175–180. 2011.

CAPÍTULO 15

PRODUÇÃO DE HIDROMEL: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ACEITAÇÃO SENSORIAL

Data de aceite: 01/10/2021
Data de submissão: 04/07/2021

Erick Nicacio Silva
Universidade federal do Espírito Santo – Engenharia de alimentos
Alegre – Espírito Santo
CV: http://lattes.cnpq.br/6684802110043605

Antonio Manoel Maradini Filho
Universidade federal do Espírito Santo – Engenharia de alimentos
Alegre – Espírito Santo
CV:http://lattes.cnpq.br/4713991345655800

Gustavo Alves Fernandes Ribeiro
Universidade federal do Espírito Santo – Engenharia de alimentos
Alegre – Espírito Santo
CV: http://lattes.cnpq.br/8234594103814578

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo de avaliar as características físico-químicas e sensoriais de hidroméis, uma das primeiras bebidas produzidas pelo homem, que pode ser obtida a partir da fermentação por leveduras de mosto contendo mel diluído em água. O mel desempenha um importante papel na dieta humana contendo vários compostos importantes para alimentação saudável. Este produto foi dissolvido em água, para obtenção de mostos com teores de sólidos solúveis de 25 ºBrix, respectivamente. A fermentação foi realizada durante um período de 9 a 11 dias, a uma temperatura de 25º C, controlada por uma estufa BOD. Durante o período de fermentação forão retiradas alíquotas do produto em fermentação para realização de análises físico-químicas para otimização do processo fermentativo, como pH, teor de sólidos solúveis (ºBrix), teor alcoólico (ºGL), de forma a obter uma bebida com características sensórias particulares e agradáveis. A infusão das frutas foi realizada após a trituração das frutas promovidas por processador elétrico. Para determinar a aceitação sensorial do produto, foram realizadas análises com 100 julgadores não treinados e aleatórios, utilizando-se o método de aplicação do teste de escala hedônica com 9 pontos para atributos específicos.

PALAVRAS-CHAVE: Fermentação, físico-químicas, hidromel, leveduras, mel, sensorial.

MEAD PRODUCTION: PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND SENSORY ACCEPTANCE

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the physicochemical and sensory characteristics of meads, one of the first beverages produced by man, which can be obtained from fermentation by must yeasts containing honey diluted in water. Honey plays an important role in the human diet containing several important compounds for healthy eating. This product was dissolved in water to obtain musts with soluble solids content of 25ºBrix, respectively. Fermentation was carried out for a period of 9 to 11 days, at a temperature of 25º C, controlled by a BOD oven. During the fermentation period, aliquots of the fermenting product were taken to perform physicochemical

analyzes to optimize the fermentation process, such as pH, soluble solids content (ºBrix), alcohol content (ºGL), in order to obtain a drink with characteristics private and pleasant sensors. Fruit infusion was carried out after crushing the fruit using an electric processor. To determine the sensory acceptance of the product, analyzes were performed with 100 untrained and random judges, using the method of applying the hedonic scale test with 9 points for specific attributes.
KEYWORDS: Fermentation, physicochemical, mead, yeast, honey, sensory.

1 I INTRODUÇÃO

O mel é um produto natural consumido em larga escala no mundo inteiro e desempenha um importante papel na dieta humana, pois apresentam em sua composição cerca de 200 substâncias, sendo as principais os hidratos de carbono e as secundárias os minerais, proteínas, vitaminas, lipídios, ácidos orgânicos, aminoácidos, compostos fenólicos, enzimas e outros fitoquímicos. O aproveitamento do excedente de produção do mel tem sido avaliado com a perspectiva de diversificação de produtos derivados, bem como a incorporação deste alimento saudável nos hábitos alimentares e uma das alternativas viáveis é a produção de hidromel (PEREIRA, 2008; GOMES, 2010).

O processo de produção do hidromel é pouco conhecido, embora se adote uma metodologia semelhante ao vinho, na qual o principal modo de condução utilizado é o processo fermentativo em batelada ou descontínuo, caracterizado pela inoculação e incubação de microrganismos, de tal forma, a permitir que a fermentação ocorra sob condições ótimas. Neste tipo de produção, nada é adicionado, exceto oxigênio (processo aeróbio), ácido ou base (controle de pH) ou antiespumante, mas, para obter um produto com bom rendimento e qualidade, faz-se necessário aperfeiçoar o processo de produção dessa bebida (QUEIROZ et al., 2014).

2 I OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo produzir hidroméis com a adição de diferentes matérias-primas, avaliar as características físico-químicas das bebidas produzidas contendo variações em seu processo fermentativo, e verificar a aceitação e preferência dos produtos, através de análises sensoriais.

3 I METODOLOGIA

O biorreator será construído de forma prática e econômica, especificamente para este experimento. Os materiais utilizados serão uma garrafa de polietileno, com volume máximo de 5L, uma torneira comum para retirada das alíquotas e uma mangueira polimérica utilizada com o propósito de expulsar, o O_2 presente inicialmente dentro do reator e o CO_2 produzido no processo, ambas vedadas com auxílio de silicone industrial, evitando possíveis contaminações.

Para a produção de hidromel será utilizado o mel escuro, proveniente de apiários, que serão dissolvidos, para obter um mosto com 25º Brix. A mistura será aquecida a uma temperatura de 70°C com duração de 20 minutos para o processo de esterilização e assim eliminar, praticamente, a maioria dos contaminantes presentes. Em seguida, será inoculado o microrganismo *Saccharomyces cerevisiae*, a mesma levedura utilizada na panificação (fermento Fleischmann) na proporção de 20 g/L.

A fermentação do mosto será conduzida a 25 ºC utilizando-se uma estufa BOD com controle de temperatura, por um período de 9 a 11 dias, até atingir uma concentração de sólidos solúveis próximas a 3 ºBrix.

A infusão da fruta na bebida foi realizada a partir de um processador de frutas, onde fez a trituração dos morangos e abacaxis, que foram incorporadas nas amostras da bebida fermentada a partir de mosto de mel, dando as características de Melomel, que é o hidromel com adição de frutas.

4 l RESULTADOS

Teor de sólidos solúveis (ºBrix)	Teor alcoólico	pH
16.4	9.5	4.11
18.2	10.2	4.12
20.3	11.6	4.12
25.5	14.1	4.13

Tabela 1. Médias coletadas de atributos físico-químicos para produção do hidromel.

Na Tabela 1 são apresentadas as características físico-químicas do mel utilizado em diferentes concentrações para elaboração da bebida pura, a fim de escolher o teor alcoólico para a fermentação da bebida a ser utilizada no processo de incorporação das frutas, e posteriormente avaliado na análise sensorial.

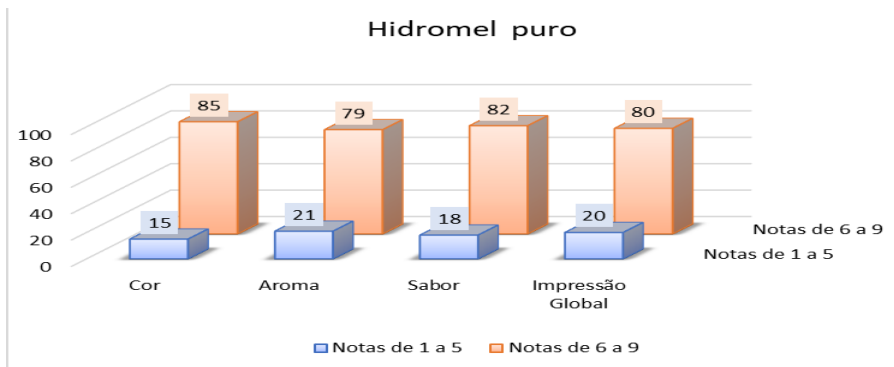



Figura 1 – Mostra a frequência de aceitação do hidromel puro de acordo com os atributos

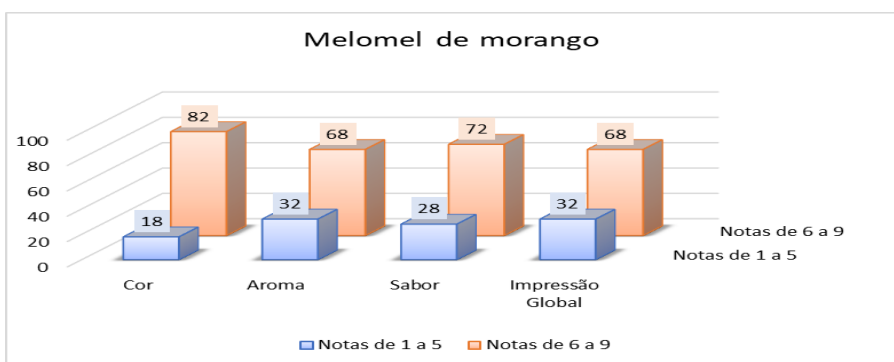



Figura 2 – Mostra a frequência de aceitação do hidromel com adição de morangos de acordo com os atributos

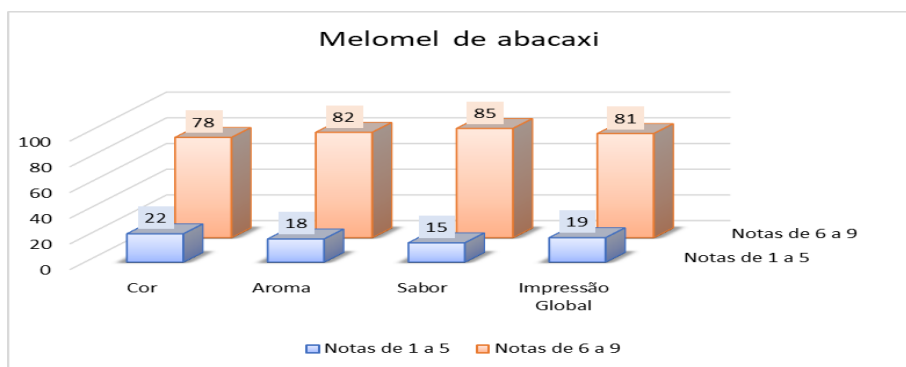



Figura 3 – Mostra a frequência de aceitação do hidromel com adição de abacaxi de acordo com os atributos

As Figuras 1,2 e 3 representam as frequências de aceitação das amostras de hidromel quanto aos tratamentos de hidromel puro, com adição de morangos e com adição de abacaxi,

respectivamente.

Observa-se que todos os tratamentos obtiveram boa aceitação quanto aos atributos de cor, aroma, sabor e impressão global, com a maioria dos consumidores dando notas entre 6 e 9, sendo essas classificadas como "gostei ligeiramente", "gostei moderadamente", "gostei muito" e "gostei extremamente".

Tratamentos	Cor	Sabor	Aroma	Impressão Global
Hidromel puro	7,40 a	6,87 a	6,55 a	6,87 a
Hidromel com adição de morangos	6,90 ab	6,37 a	6,16 a	6,31 a
Hidromel com adição de abacaxi	6,60 b	6,84 a	6,82 a	6,65 a

*Escala hedônica de 9 pontos.

**Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de ($P \geq 0,05$).

Tabela 2 - Notas médias e aceitação sensorial dos hidroméis pelo grupo de avaliadores.

As notas hedônicas médias obtidas na análise sensorial, conforme a tabela 2, demonstram que, durante a avaliação do atributo cor, as amostras de hidromel puro e hidromel com adição de abacaxi diferiram estatisticamente entre si, porém, a amostra com adição de morangos não diferiu estatisticamente das demais amostras, situando-se entre as escalas, "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente".

Quanto aos atributos aroma, sabor e impressão global, é possível dizer que todas as amostras obtiveram boa aceitação. Sendo todos os tratamentos iguais estatisticamente ao nível de 5% de significância, concentrando as classificações pela escala hedônica entre os termos, "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente".

5 I DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Sendo assim, os resultados obtidos na aceitação sensorial demonstram que os hidroméis produzidos com diferentes matérias primas compondo o mosto, são viáveis comercialmente, pois apresentaram boa aceitabilidade entre os avaliadores.

Além disso, deve se ressaltar que novas pesquisas devem ser realizadas a fim de otimizar o processo fermentativo desta bebida e utilizar novas combinações de matérias primas para se obter notas mais elevadas pelos consumidores desta bebida.

REFERÊNCIAS

Avalon Hidroméis. **A história do hidromel**. Disponível em http://avalonhidromeis.com.br/historia-do-hidromel/. Acesso: 9 maio. 2015.

GOMES T. **Produção de Hidromel: efeito das condições de fermentação**. 2010, 74p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, 2010.

KEMPKA, A. P. **Produção de hidromel utilizando méis de diferentes qualidades**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.15, n.3, p.273-281, 2013.

NAVRÁTIL M, STURDÍK E, GEMEINER P. **Batch and continuous mead production with pectate immobilised, ethanol-tolerant yeast. Biotechnology Letters**, v.23, n.12, p.977-982, 2001.

PEREIRA, A. P. R.. **Caracterização de mel com vista à produção de Hidromel**. 2008, 68p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar), Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, 2008.

QUEIROZ, J. C. F.; RAMOS, D. F.; ALVES, A. S.; RODRIGUES, J. S. L.; SOUZA, J. W. L. **Produção de Hidromel de forma artesanal e avaliação dos parâmetros durante o processo fermentativo**. Revista Saúde&Ciência online, v.3, n.3, p.321-329, 2014.

CAPÍTULO 16

DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE SENSORIAL DE CERVEJA ARTESANAL COM CASCA DE ABACAXI

Data de aceite: 01/10/2021
Data de submissão: 06/07/2021

Renata Baraldi de Pauli Bastos
Centro Estadual de Educação Profissional (CEEP/PR) – Ozório Gonçalves Nogueira. Bandeirantes – Paraná
http://lattes.cnpq.br/3333337372515259

Ashley Vitória Martins Pires
Centro Estadual de Educação Profissional (CEEP/PR) – Ozório Gonçalves Nogueira. Bandeirantes – Paraná

Pedro Henrique Candido
Centro Estadual de Educação Profissional (CEEP/PR) – Ozório Gonçalves Nogueira. Bandeirantes – Paraná

Rafael Henrique Piccioni
Centro Estadual de Educação Profissional (CEEP/PR) – Ozório Gonçalves Nogueira. Bandeirantes – Paraná

Ana Luiza Guimaraes Duque
Centro Estadual de Educação Profissional (CEEP/PR) – Ozório Gonçalves Nogueira. Bandeirantes – Paraná

RESUMO: A cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no mundo, estando presente na alimentação humana desde 8000 a.C. Tecnologicamente é a bebida obtida através da fermentação do malte de cevada, por leveduras *Saccharomyces cerevisiae*. Podendo o malte ser substituído por adjuntos cervejeiros com a finalidade de reduzir custos, melhorar a produtividade e diferenciar o sabor original. O objetivo deste trabalho foi elaborar cerveja artesanal adicionada de casca de abacaxi, aliando o sabor marcante do abacaxi com a intensidade da cerveja e incentivar o aproveitamento integral dos alimentos, reduzindo a quantidade de resíduos gerados. A casca de abacaxi foi adiciona como substituinte parcial do malte e foi inserida no processo durante a mosturação. Para avaliar a aceitação do produto desenvolvido foi realizado um procedimento de analise sensorial, teste de aceitabilidade com 108 consumidores de cerveja em uma feira no Norte Paranaense. O resultado foi de 87% de aceitabilidade e 90% de intenção de compra. Assim, foi possível concluir que essa substituição torna a bebida agradável e atrativa, além de reduzir os custos do produto e reduzir o descarte de resíduos orgânicos.
PALAVRAS-CHAVE: Cerveja artesanal, Casca de abacaxi, Análise Sensorial

DEVELOPMENT AND SENSORY ANALYSIS OF HANDMADE BEER WITH PINEAPPLE PEEL

ABSTRACT: Beer is the most consumed alcoholic beverage in the world, being present in human consumption since 8000 B.C. Technologically, it is the beverage obtained through the fermentation of barley malt, by Saccharomyces cerevisiae yeasts. The malt can be replaced by brewing adjuncts in order to reduce costs, improve productivity and differentiate the original flavor. The objective of this work was to prepare craft beer added with pineapple peel, combining the striking flavor of

pineapple with the intensity of the beer and encouraging the full use of food, reducing the amount of waste generated. Pineapple peel was added as a partial replacement for malt and was added to the process during mashing. To assess the acceptance of the developed product, a sensory analysis procedure, an acceptability test with 108 beer consumers at a fair in northern Paraná, was carried out. The result was 87% acceptability and 90% purchase intent. Thus, it was possible to conclude that this replacement makes the drink pleasant and attractive, in addition to reducing product costs and reducing the disposal of organic waste.
KEYWORDS: Handmade Beer, Pineapple Peel, Sensory Analysis

1 I INTRODUÇÃO

A cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no mundo, estando presente na alimentação humana desde 8000 a.C. Têm grande aceitação popular devido aos seus atributos sensoriais e diversidade de apresentação (BAMFORTH, 2009). Segundo o Decreto nº 6.871 de 4 de julho de 2009, que Regulamenta a Lei N° 8.918, de 14 de julho de 1994, a cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. Podendo, parte do malte de cevada, ser substituída por adjuntos cervejeiros, cujo emprego não poderá ser superior a 45% em relação ao extrato primitivo (BRASIL, 2009). Podem ser classificadas de acordo com o tipo de fermentação, extrato primitivo, cor, teor alcoólico e teor de extrato (VENTURIN; CEREDA, 1996). A denominação comercialmente utilizada, refere-se ao tipo de fermentação sendo baixa fermentação (bottom) e de alta fermentação (top). As cervejas Pilsen, são de baixa fermentação, enquanto as do tipo Ale, representam as cervejas de alta fermentação (OLIVEIRA, et al., 2015). As características do produto irão depender da matéria-prima e do processo utilizado na produção da bebida. Entretanto, são os compostos formados durante a fermentação os principais responsáveis sensoriais da cerveja (TSCHOPE, 2001). Para a substituição do malte de cevada são utilizadas matérias-primas açucarados que facilitam a fermentação. A utilização de frutas como adjuntos não maltados garante uma doçura residual, aroma e sabor cítrico e característico (PLANTA – OVIEDO, 2010). A casca de abacaxi concentra parte dos compostos aromáticos do abacaxi, além de ser rica em carboidratos fermentáveis. A casca do abacaxi pérola contém cerca de 8% de carboidratos, além de ser fonte de fibras alimentares, apresenta mais proteínas, lipídeos, fibras, vitamina C, cálcio, potássio e fósforo do que na polpa (GONDIM, 2005). Com isso, o objetivo deste trabalho foi elaborar cerveja artesanal adicionada de casca de abacaxi, aliando o sabor marcante do abacaxi com a intensidade da cerveja e incentivar o aproveitamento integral dos alimentos, reduzindo a quantidade de resíduos gerados. Avaliar sensorialmente a aceitação do consumidor deste tipo de bebida.

2 I MATERIAL É MÉTODOS

As matérias-primas usadas na produção de cerveja foram água deionizada, malte, lúpulo aromático, lúpulo amargor, levedura (fermento cervejeiro de alta fermentação - Fermentis S-04), clarificante (Whirlfloc - base carragena) e casca de abacaxi. Para a produção da cerveja utilizou o fluxograma descrito na Figura 1.

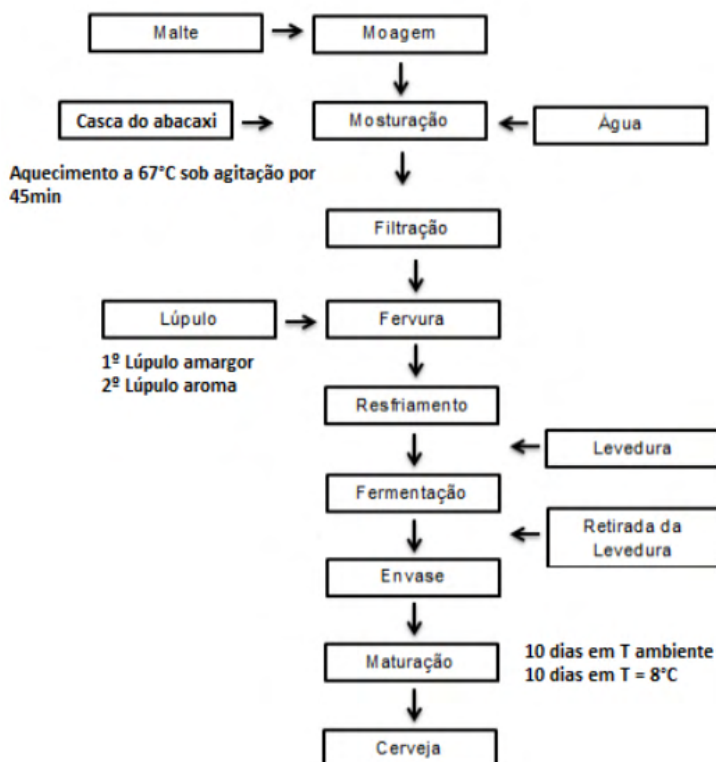



Figura 1: Fluxograma de produção da cerveja

FONTE: (BRUNELLI, 2014)

2.1 Análise Sensorial

Para avaliar a aceitação do produto desenvolvido, foi realizado uma avaliação sensorial com 108 consumidores de cerveja em uma feira tecnológica do norte pioneiro do Paraná (Geniuscon). Utilizou-se teste de aceitabilidade, com escala hedônica de 7 pontos, para verificar a preferência dos consumidores. Os avaliadores deveriam observar as seguintes características específicas das cervejas: cor, sabor e aspecto global. As formulações estudadas foram realizadas em escala laboratorial. Sendo os provadores com idade variada de, 18 a 50 anos, de ambos os sexos. As amostras foram servidas em copos descartáveis contendo um volume de aproximadamente 50 mL de líquido com espuma. Além disso os

julgadores demonstraram ainda a intenção de compra do produto (LUTZ, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do teor alcoólico as cervejas podem ser classificadas em sem álcool (< 0,5%), baixo teor alcoólico (0,5 a 2,0%), médio teor alcoólico (2,0 a 4,5%) e alto teor alcoólico (4,5 a 7,0%) (BRASIL, 2009). Sendo assim, pode-se afirmar que o produto desenvolvido apresenta teor alcoólico médio, sendo o valor obtido igual a 2,6%. Produto de cor amarelo intenso e com aspecto turvo, sabor e odor característico. Após realizar o teste de aceitabilidade e calcular o índice percentual, foi obtido um resultado de 87% de aceitação, sendo que de acordo com Dutcosky, (2011), para o desenvolvimento de um produto com alta aceitação deverá ter um índice acima de 70%. Com relação a intenção de compra, 90% dos julgadores mencionaram ter interesse em comprar o produto desenvolvido.

3 | CONCLUSÃO

De acordo com os dados experimentais obtidos durante a realização deste trabalho, pode-se concluir que a substituição parcial malte por casca do abacaxi torna as cervejas atrativas e apreciada por consumidores da bebida, além de baratear o custo de produção e utilizar um resíduo industrial como matéria-prima.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a **padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.**

BRUNELLI, L. T; MANSANO, A. R.; VENTURINI FILHO, W. G. **Caracterização físicoquímica de cervejas elaboradas com mel**. Brazilian Journal of Food Technology, v.17, n. 1, p. 19-27, 2014.

DUTCOSKY, S. D 1 2 3 4 5 **Análise Sensorial de Alimentos**. 2ed. Curitiba: Champagat, 2011.

GONDIM, J.A.M. et al. **Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.25, n.4, p. 825-827, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do IAL: Métodos químicos e físicos para análise de Alimentos.** 3. ed: São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, M. FABER, C. R. PLATA-OVIEDO, M. **Elaboração de Cerveja Artesanal a Partir da Substituição Parcial do Malte por Mel**. Brazilian Journal of Food Research v. 6, n. 3, p. 01 – 10.

PLATA-OVIEDO, M. **Fabricação de cerveja artesanal** In: minicurso de fabricação de fabricação de cerveja artesanal – SIMTEA II. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2010.

VENTURINI FILHO, W. G., CEREDA, M. P. **Farinhas de mandioca como adjunto de malte na fabricação de cerveja: avaliação físicoquímica e sensorial.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.16, n.1, p.42- 47, 1996.

TSCHOPE, Egon Carlos. **Microcervejarias e Cervejarias**: A História, a Arte e a Tecnologia. 1.ed. São Paulo: Aden, 2001. 223p.

CAPÍTULO 17

SEGURANÇA E QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO LEITE CAPRINO BRASILEIRO

Data de aceite: 01/10/2021

Diogo Corrêa Moreira Maimone de Magalhães
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - RJ
http://lattes.cnpq.br/0338276017647860

Leticia Cardoso de Castro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - RJ

Janaína dos Santos Nascimento
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - RJ
http://lattes.cnpq.br/6541181200341842

Gustavo Luis de Paiva Anciens Ramos
Universidade Federal Fluminense
Niterói – Rio de Janeiro
http://lattes.cnpq.br/6554568518808825

RESUMO: O leite caprino possui propriedades nutritivas para todas as fases da vida humana, pois apresenta uma composição nutricional benéfica para a saúde e, dentre seus atributos, a facilidade na digestão se destaca. Nos últimos cinco anos, houve um aumento de 6.02% na produção mundial de leite de cabra, sendo o Brasil responsável por 1,43% dessa produção. Por ser um alimento de alto valor nutricional, o risco de contaminação por micro-organismos é alto, necessitando de atenção especialmente durante as etapas de ordenha, processamento e armazenamento. O objetivo deste trabalho é, através de uma revisão de literatura dos últimos anos, compilar informações relevantes sobre a segurança e a qualidade microbiológica do leite caprino brasileiro. Com base em diversos estudos, é observado que a qualidade do leite de cabra é precária em muitos estados brasileiros. A heterogeneidade de resultados encontrados, com grande variação na quantificação dos principais grupos indicadores ou de micro-organismos patógenos, indica a discrepância da realidade de produção de leite caprino no país. Assim, ressalta-se a necessidade de adoção de práticas de higiene eficientes, e maior controle da segurança e qualidade microbiológica do produto por parte de órgão reguladores nos estados brasileiros.

PALAVRAS-CHAVE: Leite de cabra; Caprinocultura; Produtos lácteos; Atividade leiteira; qualidade microbiológica.

SAFETY AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF BRAZILIAN GOAT'S MILK

ABSTRACT: Goat's milk has nutritional properties for all stages of human life, as it has a beneficial nutritional composition for health and, among its attributes, the ease of digestion stands out. In the last five years, there has been an increase of 6.02% in the world production of goat milk, with Brazil being responsible for 1.43% of this production. As it is a food with high nutritional value, the risk of contamination by microorganisms is high, requiring attention especially during the milking, processing and storage stages. The objective of this work is, through a literature review of recent years, to

compile relevant information about the safety and microbiological quality of Brazilian goat milk. Based on several studies, it is observed that the quality of goat milk is poor in many Brazilian states. The heterogeneity of the results found, with great variation in the quantification of the main indicator groups or pathogenic microorganisms, indicates the discrepancy in the reality of goat milk production in the country. Thus, it emphasizes the need to adopt efficient hygiene practices, and greater control of the safety and microbiological quality of the product by regulatory agencies in the Brazilian states.
KEYWORDS: Goat milk; Goat farming; Dairy products; Dairy activity; microbiological quality.

1 I INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO - *Food and Agriculture Organization of United Nations*) cita que a produção de leite caprino no mundo foi de 19,89 milhões de toneladas, e nos últimos cinco anos houve um aumento de 6.02%, sendo a Índia o maior produtor, responsável por 27.15% da produção mundial, conforme indicado na Figura 1 (FAO, 2018).

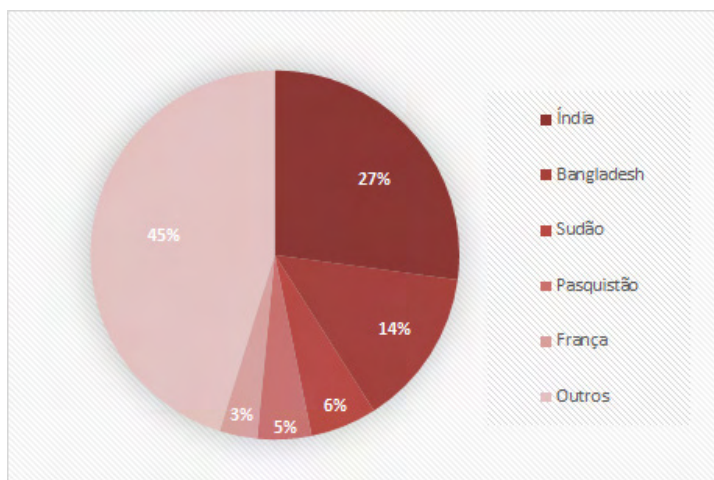



Figura 1 - Produção global de leite de cabra em 2019.

No ano de 2019 foram produzidas 283.80 mil toneladas de leite caprino em território nacional, o que corresponde a 1,43% da produção global, dando ao Brasil a 14° posição no ranking de produção mundial, de acordo com a FAO. O Brasil possui um rebanho da ordem de 8.260.607 milhões de cabeças, de acordo com o Censo Agropecuário do IBGE, sendo a maior parte localizada no Nordeste, que é responsável por 70% da produção nacional. Todavia, outras regiões estão despertando interesse no leite de cabra, como por exemplo o Sudeste, que é responsável por 24% da produção nacional, como mostra o último Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

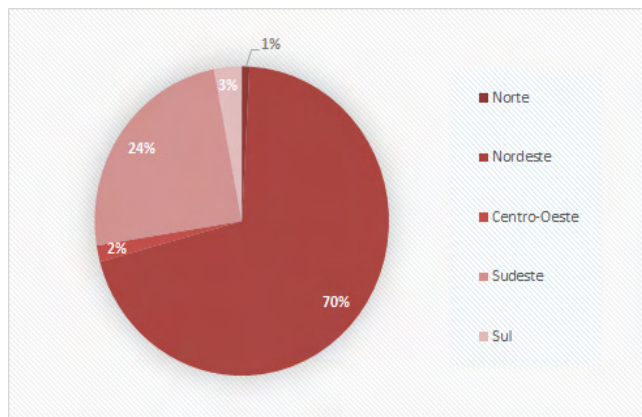



Figura 2 - Produção nacional de leite de cabra no Brasil, por regiões.

A produção de leite de cabra no Nordeste do Brasil é uma atividade de grande importância, visto que 80,25% da produção nacional é proveniente de agricultura familiar, sendo a maior parte concentrada no Nordeste (IBGE, 2017). Isso ocorre pelo fato de a cabra ser capaz de se adaptar a condições adversas e, por ser menor e de temperamento dócil, tendo uma criação mais simplificada quando comparado a uma vaca. O leite de cabra é similar ao leite de vaca em sua composição básica, no entanto, apresenta melhor digestibilidade e maior capacidade tamponante. Isso ocorre porque as partículas gordurosas no leite de cabra são menores e contém uma proporção maior de ácidos graxos de cadeia curta e média, contribuindo para uma digestão mais rápida (Silva *et al.*, 2017). Além disso, é considerado um alimento ideal para o consumo humano, principalmente para idosos e crianças, por apresentar alta digestibilidade, além de ser uma opção para pessoas alérgicas à proteína do leite de vaca e uma fonte de nutrientes com potencial para combater subnutrição e a desnutrição de pessoas em áreas e países pobres (Souza et al., 2013).

Nos últimos cinco anos, a produção de leite caprino aumentou em 6,02%, mostrando um interesse mundial no produto e justificando a necessidade de maior cuidado em relação à segurança e qualidade microbiológica da atividade. O leite caprino, por ser um alimento com perfeito balanço de nutrientes que fornece ao homem macro e micronutrientes indispensáveis para o crescimento, desenvolvimento e saúde, se torna vulnerável a diversos tipos de alterações, inclusive as causadas por micro-organismos (Beltrão Filho *et al.*, 2008). Dentre esses micro-organismos, os que se destacam são: Bactérias mesófilas aeróbicas, coliformes, bactérias psicotróficas, Bactérias ácido-láticas, bolores e leveduras, *Salmonella* sp. e *Enterococcus* sp.. Esses micro-organismos podem causar alterações nas propriedades sensoriais, físicas e químicas, levando à redução da vida útil do leite e derivados, causando problemas econômicos e de saúde pública.

Como citam Santos *et al.* (2012), em alguns países, a caprinocultura leiteira apresenta uma melhor organização com a utilização de técnicas e de processos aplicados à matéria-

prima promovendo sua exploração econômica. No Brasil, a caprinocultura leiteira é uma atividade recente que vem ganhando espaço no mercado e uma maior aceitação do público, porém por ser uma atividade em sua maioria familiar, o leite caprino brasileiro apresenta, em geral, qualidade microbiológica insatisfatória, principalmente na região Nordeste (Monte *et al.*, 2017; Silva *et al.*; 2017; Coelho *et al.*, 2018).

Diante dos fatos apresentados, o presente estudo teve como objetivo realizar uma avaliação da literatura sobre a segurança microbiológica do Leite de cabra no Brasil, mostrando um panorama geral sobre as fontes de contaminação e as principais espécies de micro-organismos envolvidas, apontando os riscos para a saúde do consumidor.

2 | ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO LEITE DE CABRA

O leite é um alimento capaz de proporcionar propriedades nutritivas para todas as fases da vida, tendo em vista que o leite caprino detém uma composição muito benéfica para a saúde levando em consideração a sua quantidade de vitaminas, proteínas e entre seus atributos a facilidade na digestão em comparação ao leite bovino.

O leite de cabra possui em média 4,25% de gordura, 3,52% de proteínas, 4,27% de lactose, 0,86% de cinzas, 8,75% de sólidos não gordurosos 13% de sólidos totais. Quanto à densidade, o leite de cabra apresenta um valor mais elevado do que o leite de vaca, podendo atingir 1.034 g/l e, o teor de acidez apresenta-se ligeiramente inferior, variando entre 0,11 e 0,18 °D. A densidade é o peso específico do leite e seu resultado depende do teor de partículas em solução e da porcentagem de gordura, sendo, portanto, um parâmetro de qualidade fundamental, pois é capaz de indicar possíveis adulterações do leite, já que a adição de água causa diminuição da densidade e, a retirada de gordura resulta em aumento da mesma. Já a acidez pode ser um indício do estado de conservação do leite em função da relação entre disponibilidade de lactose e produção de ácido láctico por ação microbiana, acarretando aumento na acidez e diminuição no teor de lactose (Coelho *et al.*, 2018).

A composição de ácidos graxos do leite de cabra também difere daquela encontrada no leite bovino, com maior proporção de cadeias curtas e médias de ácidos graxos, que também são agrupadas em glóbulos menores de gordura. O teor de gordura total é semelhante ao leite de vaca, em torno de 3,5% (Martin *et al.*, 2017). Com relação às proteínas do leite, Coelho (2018) cita que praticamente não existe diferença entre os leites de cabra e vaca, sendo subdivididas em caseína (80%) e proteínas do soro (20%). O leite de cabra produz um coágulo mais fino do que o leite de vaca após a acidificação, semelhante às condições existentes no estômago, permitindo que seja mais facilmente digerido. O teor de cinzas ou minerais no leite de cabra pode variar de 0,70 a 0,85%, onde o cálcio e fósforo encontram-se ligados à caseína na forma de um complexo denominado de fosfocaseinato de cálcio, sendo o leite caprino mais rico em cálcio e fósforo, quando comparado ao leite de vaca. A predominância de β-caseínas na composição do leite caprino faz com que seu potencial

alergênico seja menor quando comparado ao bovino (Taylor & Macgibbon, 2011).

O leite de cabra e seus derivados estão atingindo um possível nicho especial de mercado. Um deles são as crianças que apresentam sinais de alergia e intolerância ao leite de vaca, principalmente quando estão em fase de crescimento. Adultos com indigestão também constituem um grupo de consumidores em ascensão, da mesma forma que pessoas com problemas como gastrite e idosos com osteoporose. O leite caprino e seus derivados podem atender a essa demanda no âmbito da saúde e fornece novas oportunidades de gustação. Levando isto em consideração, de acordo com a FAO, houve um aumento de mais de 6% na produção de leite mundial, o que mostra um interesse geral em produtos lácteos caprinos implicando assim na ampliação sobre segurança alimentar (FAO, 2018).

3 | MICRO-ORGANISMOS ASSOCIADOS À PRODUTOS LÁCTEOS CAPRINOS

Com a ampliação dos números em relação a produção de leite caprino ao redor do mundo, isto acarreta diretamente no acréscimo de diligência na segurança microbiológica do mesmo. Como citado anteriormente, a composição do leite caprino se baseia em um conjunto de elementos como lipídios, água, proteínas, carboidratos e micronutrientes, o que o tornam um bom meio para a reprodução microbiana. As análises microbiológicas servem como um instrumento imprescindível para supervisionar a qualidade do leite e servem de insumo para viabilização da segurança alimentar, diminuindo risco de possíveis agentes danosos à saúde. Diversos grupos de micro-organismos são importantes no monitoramento da qualidade microbiológica dos alimentos. Os principais deles são bactérias aeróbicas mesófilas e psicrotróficas, coliformes totais, coliformes termotolerantes, bactérias ácido-láticas, bolores e leveduras, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp*. e *Enterococcus.*

Listeria monocytogenes é um patógeno bacteriano intracelular Gram-positivo onipresente, que foi associado como o causador de vários surtos de doenças transmitidas por alimentos. A listeriose, com uma taxa de mortalidade de cerca de 24%, é uma doença grave principalmente para mulheres grávidas, seus fetos e pessoas imunocomprometidas, podendo causar aborto, morte neonatal, septicemia e meningite. Este micro-organismo possui um sistema de virulência multifatorial, com a hemolisina ativada por tiol, a listeriolisina O, sendo identificada como tendo um papel imprescindível na capacidade do organismo de se multiplicar dentro das células fagocíticas do hospedeiro e se espalhar de célula para célula (Välimaa et al., 2015; Khan et al., 2016).

Para Monte (2017), as bactérias mesófilas são constituídas principalmente por espécies da família *Enterobacteriaceae*, e dos gêneros *Bacillus, Clostridium, Corynebacterium, Streptococcus e Staphylococcus*. Sua presença em alimentos oferece um alto risco devido a sua capacidade de produzir toxinas e estas ao serem ingeridas provocam, sobretudo, efeitos gastroentéricos. A contagem padrão em placas tem sido usada como indicadora da qualidade higiênica dos alimentos, fornecendo também ideia sobre seu tempo útil de conservação.

Segundo Souza e colaboradores (2013), as bactérias mesófilas predominam em situações em que há falta de condições básicas de higiene de uma forma geral, bem como falta de refrigeração do leite. Em tais circunstâncias, há fermentação da lactose acidificando o leite. A acidez pode causar a coagulação da caseína e limitar o uso do leite ácido, reduzindo drasticamente o uso e o valor comercial do leite.

Pádua (2013) indica que as bactérias psicrotróficas são analisadas para avaliar o grau de deterioração de alimentos refrigerados, pois este grupo é capaz de se desenvolver em temperatura de até 5°C. Além disso, este grupo de bactérias apresenta grande capacidade de produção de enzimas lipolíticas e proteolíticas termoresistentes, que mantêm a sua atividade enzimática após a pasteurização, ou mesmo, após o tratamento de ultra alta temperatura, e assim causam prejuízos tecnológicos ao produto. Um grande exemplo de gênero psictrotrófico associado especialmente a produtos lácteos é *Pseudomonas* sp., que exibem alta atividade produtora de enzimas deteriorantes (Ramos & Nascimento, 2020a).

Os coliformes totais, segundo Coelho (2018), são compostos por bactérias da família *Enterobacteriaceae*, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, quando incubados a 35-37°C por 48 horas. O número de coliformes totais, como cita Santos Júnior (2018), está relacionado com a qualidade higiênica dos alimentos, sendo altas contagens indicativas de limpeza e higienização deficientes, tratamento térmico ineficiente, multiplicação durante processamento, estocagem, distribuição ou comercialização inadequada, ou contaminação pós-processo. Os coliformes termotolerantes são indicadores de contaminação de origem fecal e sua presença pode apresentar riscos de contaminação por micro-organismos patogênicos, que podem causar intoxicação alimentar ao consumidor. Os coliformes termotolerantes são caracterizados pela sua capacidade de fermentar a lactose com produção de ácido e gás numa temperatura de 45°C. Estes micro-organismos constituem um subgrupo dos coliformes totais (Coelho, 2018). A *Escherichia coli*, como apresenta Pádua (2013), é o melhor indicador de contaminação fecal, sendo desejável a determinação de sua incidência em uma população de coliformes. Sua pesquisa é de extrema importância para a saúde pública, pois cepas enteropatogênicas podem causar diarreia e vômito em crianças e cepas toxigênicas, como a *E. coli,* podem causar síndrome urêmica hemolítica.

A Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) dispõe na RDC 331/19 mudanças no padrão microbiológico de alimentos e, de acordo com ela, os alimentos não podem conter micro-organismos patogênicos, toxinas ou metabólitos em quantidades que causem danos à saúde do consumidor. É importante ressaltar que a referida legislação não estabelece mais padrões para coliformes, sendo a pesquisa deste grupo substituída pela pesquisa de *E.coli* ou *Enterobacteriaceae*. Esta substituição tem sido observada mundialmente, uma vez que a quantificação destes grupos se refere somente aos micro-organismos que fermentam a lactose (Brasil, 2019).

As bactérias ácido-láticas (BAL) são encontradas naturalmente em inúmeros alimentos, como também podem estar presentes no solo, água, esterco e silagem. Ainda podem ser

isolados de trato digestório, vagina e cavidade oral, sendo um influenciador benéfico nos ecossistemas microbianos dos seres humanos e animais. As BAL são muito estudadas por produzirem substâncias antimicrobianas chamadas bacteriocinas, que inibem a multiplicação de micro-organismos indesejados, deteriorantes ou nocivos à saúde. De um modo geral, as BAL podem interferir com a multiplicação de bactérias deteriorantes e patogênicas por meio de vários mecanismos: competição por oxigênio, competição por sítios de ligação e produção de substâncias antagonistas, especialmente bacteriocinas. A habilidade de BAL produtoras de bacteriocinas e/ou suas proteínas antimicrobianas em inibir *Listeria monocytogenes* e outros organismos Gram positivos patogênicos, pode promover uma maior segurança microbiológica de alimentos processados (Chanos & Mygind, 2016; Camargo et al., 2015).

A pesquisa de bolores e leveduras é imprescindível, pois devido à possível produção de microtoxinas, sua grande quantidade pode ser nociva à saúde. Além disso, causam a deterioração dos alimentos, tornando-os inadequados para o consumo e causando detrimentos econômicos expressivos. (Pádua, 2013).

Salmonella spp. são bastonetes Gram negativos, móveis e não formadores de esporos. Desenvolvem-se na faixa de temperatura de 6,5-47°C e em pH até 4,5. Sendo um micro-organismo que permanece viável por longos períodos em alimentos congelados. A sua importância para a saúde pública reside em sua habilidade para causar desde uma simples gastrenterite auto limitante até, em casos mais extremos, a febre tifóide causada pelo sorotipo *Salmonella* Typh*i* (Ramos et al., 2021).

Enterococos são um grupo de bactérias que vivem como comensais na região gastrointestinal de humanos e animais, mas também podem ser isolados de diferentes ecossistemas ambientais e alimentos. Sua capacidade de sobreviver em condições moderadamente restritivas, como ambientes de alta temperatura e alta salinidade e baixo pH, explicam sua existência em diversos produtos alimentícios. A capacidade amina biogênica dos *enterococos* é uma questão de preocupação no que diz respeito à segurança, devido problemas toxicológicos que a ingestão de aminas biogênicas pode ocasionar. Sua presença tem sido associada a doenças humanas, como bacteremia, endocardite e infecções nosocômios, e como uma ameaça específica à saúde pública (Ruiz *et al*, 2016).

4 I SEGURANÇA DO LEITE DE CABRA

Segundo Costa (2012), a qualidade higiênico-sanitária é um fator de segurança alimentar que tem sido muito discutido, devido ao aumento de doenças transmitidas por alimentos contaminados. As Boas Práticas de Fabricação (BPF), conhecidas internacionalmente como *Good Manufactures Pratices* (GMP), são um conjunto de regras e procedimentos que determinam o correto manuseio dos alimentos, desde a matéria-prima até o produto final. No Brasil, o órgão responsável pela regulamentação das BPF é a ANVISA, que determina na RDC Nº 216, de 15 de setembro de 2004, o regulamento técnico de BPF. No entanto, é

responsabilidade de cada empresa elaborar seu manual de BPF e disponibilizar para que seus funcionários possam consultá-lo diariamente (Brasil, 2004).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), órgão responsável pela regulamentação de produtos de origem animal no Brasil, a contagem dos mesófilos permitidos no leite de cabra cru é de 500.000 UFC/mL. Não há, entretanto, a atribuição de limites máximos para outros micro-organismos presentes no leite (Brasil, 2000).

5 I QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO LEITE CAPRINO BRASILEIRO

Alguns estudos realizados nos últimos anos trazem importantes avaliações relacionadas à qualidade microbiológica do leite de cabra em diferentes estados do Brasil. Cinco propriedades no município de Petrolina (PE), foram avaliadas quanto a qualidade microbiológica do produto. Para bactérias aeróbicas mesófilas, foram obtidos valores que variaram de 5,3 x 10^2 a 5,3 x 10^5 UFC/ml, observando-se que apenas uma das propriedades apresentou contagem média de mesófilos superior à contagem máxima de 500.000 UFC/ml permitida por lei segundo a Instrução Normativa nº 37, de 08 de novembro de 2000 (Brasil, 2000). O autor salienta que bactérias aeróbicas mesófilas foram detectadas, em sua maioria, em situações onde há falta de condições básicas de higiene. A contagem elevada desse grupo pode significar que houve problemas na conservação e/ou na refrigeração do leite, criando condições propícias para o crescimento de patógenos. Para coliformes totais foram encontrados em todas as amostras valores que variam de 9,2 a >1.100 NMP/ml, enquanto coliformes termotolerantes foram encontrados apenas em duas propriedades, com a contagem variando de 15 a >1.100 NMP/mL. O processo de pasteurização do leite inativa em torno de 98% dos micro-organismos, sendo assim a quantidade máxima tolerada de coliformes totais e termotolerantes no leite cru deveria ser de 133 NMP/ml e 33 NMP/ml para que após a pasteurização a contagem seja para no máximo de 4 NMP/ml para coliformes totais e entre 1-2 NMP/ml para coliformes termotolerantes. O autor observa que valores elevados de coliformes termotolerantes nas amostras podem ser explicadas pelas condições em que o produto foi obtido, uma vez que o local de ordenha não se encontrava dentro dos padrões higiênicos e sanitários. Em suma, as análises microbiológicas demonstraram valores elevados em algumas amostras, sendo necessário maior controle por parte dos produtores, a fim de obter um leite que atenda a todos os requisitos de qualidade estabelecidos pela legislação (Coelho *et al*, 2018).

O estudo realizado por Pádua e colaboradores (2019) teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica do leite de cabra produzido no Distrito Federal. Foram visitadas três propriedades, com e sem exploração comercial de cabras leiteiras, das raças Anglo-nubiana e Saanen. As amostras foram coletadas diretamente dos tetos e em pool de cada três animais (número de amostras= 40) e de leite de conjunto, isto é, o leite após todas as etapas de processamento (número de amostras=10). Para Bactérias aeróbicas

mesófilas, 22 amostras (55%) apresentaram contagens entre 1 e 10^5 UFC/mL, com média de $1,2x10^3$ UFC/mL. Já a contagem média de 80% das amostras de leite de conjunto foi de $7,6x10^3$ UFC/mL. Nas amostras de leite de conjunto, apenas quatro (40%) apresentaram crescimento de coliformes totais, com contagens que variaram de 10 a 10^5 UFC/mL e média de $1,2x10^5$ UFC/mL. O autor observou que os resultados obtidos indicam que pode ter ocorrido recontaminação a partir dos equipamentos, já que as contagens obtidas nas amostras de leite coletado diretamente dos animais foram baixas. O autor observou também que não houve desenvolvimento de *Escherichia coli* nas amostras em pool e apenas uma amostra de leite de conjunto apresentou crescimento de 2,0 UFC/mL, indicando, segundo o autor, provável contaminação a partir dos equipamentos, como já tinha sido observado.

Com relação aos micro-organismos psicotróficos, nas amostras de leite obtidas diretamente dos animais, observou-se que não houve desenvolvimento em nenhuma amostra, e em apenas três amostras de leite de conjunto (30%) observaram-se contagens entre 10^2 e 10^5 UFC/mL, resultando em média de $1,0x10^4$ UFC/mL. Bolores e leveduras foram identificados em 15% das amostras em *pool*, com contagens baixas (1,0 UFC/mL). Já no leite de conjunto, 50% das amostras apresentaram contagem média de $4,8x10^3$ UFC/mL, cujas contagens variaram de 1 a 10^5 UFC/mL, observando-se predominância de colônias típicas de leveduras. O autor cita que as contagens indicam que a contaminação, provavelmente, tem origem nos recipientes utilizados na estocagem do leite, tendo em vista as baixas contagens observadas acima nas amostras de leite dos animais. É visto na pesquisa de *Staphylococcus aureus* nas amostras em pool, o desenvolvimento do micro-organismo em 24 horas com contagem média de $2,1x10^2$ UFC/mL em 60% das amostras, com contagens de 1 a 10^4 UFC/mL e, nas amostras de conjunto, a média das contagens foi de $2,8x10^2$ UFC/ mL, proveniente de seis amostras com crescimento de colônias (60%). Os pesquisadores observaram que o leite caprino cru produzido no Distrito Federal apresenta contagem microbiológica que garante sua qualidade nutricional e inocuidade quanto a presença de patógenos (Pádua *et al.*, 2019).

Conclusões semelhantes foram obtidas por Beltrão Filho e colaboradores (2008), que buscaram avaliar a qualidade do leite de cabra visando subsidiar ações que promovam segurança alimentar nos sistemas de produção de leite caprino no estado da Paraíba. Para isso, foram avaliadas seis marcas comerciais de leite de cabra produzidas no estado, sendo coletadas amostras de quatro datas de processamento, totalizando 24 amostras experimentais. Os valores médios encontrados para bactérias aeróbias mesófilas e coliformes totais para a marca comercial 6 foram os mais elevados, $2,1x10^3$ UFC/mL e 3,7 NMP/mL, respectivamente, seguidos pelos da marca comercial 3 ($1,20x10^2$ UFC/mL para bactérias mesófilas), porém houve diferença significativa em comparação com as marcas 1, 2, 4, 5. Para essas marcas obteve-se a contagem de 21,2 UFC/ml, 56,6 UFC/ml, 19,9 UFC/ml, 22,1 UFC/ml, respectivamente. A ocorrência de bolores e leveduras não apresentou variação significativa entre as marcas comerciais avaliadas, com valores médios encontrados para

todas as marcas muito baixos. Não foi confirmada a presença de coliformes termotolerantes, o que, segundo o autor, indica boa qualidade higiênico sanitária do leite de cabra produzido na região da Paraíba.

Em contraste, outro estudo também realizado no estado da Paraíba revelou uma situação preocupante. Cento e sessenta amostras de leite caprino de unidades produtivas de base familiar selecionadas aleatoriamente no Cariri paraibano foram avaliadas por Monte et al. (2017). Pôde ser observado que 51,9% das propriedades encontram-se de acordo com a IN 37, uma vez que esta estabelece um limite para contagem padrão em placas de 500.000 UFC/mL (Brasil, 2000). Porém, o elevado número de amostras acima do limite imposto pela legislação (48,1 %) é considerado preocupante pelo autor. Os níveis de contaminação para coliformes totais mostraram resultados que variaram entre zero e 2 x 10^7UFC/mL, tendo em mente que essas bactérias são indicadores de uma possível presença de patógenos como também de uma má higienização de equipamentos e utensílios, indicando que possivelmente ocorreram falhas durante a cadeia produtiva do leite, tais como, na obtenção, no transporte ou mesmo no acondicionamento no período pós-ordenha. A também elevada concentração desses micro-organismos impacta negativamente na qualidade do leite, uma vez que são os principais agentes acidificantes, determinando retorno do leite e baixo rendimento na produção de derivados lácteos.

Das 160 amostras analisadas, 9 (5,6%) estavam contaminadas por *Staphylococcus aureus*. Apesar de se tratar de leite cru, a presença desta bactéria não pode ser negligenciada, pois há risco de produção de enterotoxinas resistentes à pasteurização caso o leite não seja mantido à temperatura de refrigeração inferior a 7,2 °C. Contagens superiores a 10^5 UFC/mL foram observadas em 2 (2,1%) das amostras, sendo que a concentração de enterotoxina produzida é capaz de causar sintomas de intoxicação quando a concentração de *S. aureus* excede 10^5 UFC/mL (FDA, 1992). Quanto à presença de *Salmonella* enterica, detectou-se o patógeno em duas amostras (1,3%). A legislação preconiza ausência dessa bactéria em leite cru e os resultados observados no estudo indicam, possivelmente, problemas relacionados à higiene de ordenha, uma vez que *Salmonella* enterica tem como habitat o trato digestivo animal e é eliminada frequentemente nas fezes dos animais de produção. Não houve isolamento de *Listeria monocytogenes* nas amostras de leite investigadas, como preconizado pela legislação vigente no país. Os níveis de contaminação são alarmantes e demonstram uma falha nas boas práticas de ordenha e possível incidência de mastite subclínica ligados a fatores de risco, portanto é necessário a implementação de práticas de higiene eficientes, como medidas eficazes de higienização de equipamentos e utensílios utilizados no processamento do leite (Monte *et al.*, 2017).

Silva et al. (2017) coletaram amostras em 11 propriedades rurais localizadas na região de Macaíba-RN, com o intuito realizar uma avaliação da qualidade microbiológica para detectar possíveis problemas e pontos de contaminação que afetam a qualidade do produto final. Os resultados obtidos a partir da análise microbiológica das mãos dos ordenhadores

demonstraram 56% de contaminação por bactérias aeróbias mesófilas. A ocorrência destes micro-organismos nas mãos dos ordenhadores é preocupante, pois inferem deficiência de higienização das mãos, podendo ser transferidos ao leite. Também foi observada, a presença de coliformes totais e termotolerantes (as contagens de coliformes totais variaram entre zero e 2,0 x 10^7 UFC/mL) e estafilococos coagulase negativa, além de ser detectada a presença de *E. coli* e estafilococos coagulase positiva em 7% das amostras. Em relação aos coliformes totais e termotolerantes, os mesmos foram identificados em 19% e 13% nas amostras dos tetos, respectivamente, o que pode estar relacionado ao manejo inadequado e instalações sem higiene e com fezes que podem contaminar os tetos dos animais. Trinta e três amostras de tetos caprinos foram analisadas e 52% apontaram presença das bactérias aeróbias mesófilas acima de 10^3 UFC/teto, porém, este resultado poderia ser modificado, de acordo com o autor, se o produtor aderir à prática de pré-*dipping*, que pode determinar uma redução de até 91,3% na contagem bacteriana total do leite. Os micro-organismos do grupo estafilococos coagulase positiva e negativa estavam presentes em 10% e 61% dos tetos analisados, respectivamente.

Souza e colaboradores (2013) avaliaram o leite de cabra produzido e comercializado no município de Alfenas-MG, além de avaliar o efeito do congelamento e da pasteurização nas características microbiológicas. Foram analisadas 12 cabras das raças Anglo nubiana, Saanen e Alpina, o leite coletado foi divido em 3 lotes, cru, pasteurizado e congelado por 90 dias. Verificou-se que o leite cru nos três lotes apresentou contagem média de mesófilos inferior a permitida pela legislação, que é de 5,0 x10^5 UFC/ml (Brasil, 2000). No primeiro lote obteve-se a contagem de 1,16x10^5 UFC/ml, no segundo lote a contagem foi de 1,18x10^5 UFC/ml e no terceiro lote o resultado foi de 1,15x10^5 UFC/ml. Verificou-se que após o processo de pasteurização, a contagem diminui para 9,83x10^2 UFC/ml no primeiro lote, 1,14x10^3 UFC/ml no segundo e 1,11x10^3 UFC/ml no terceiro, e após o congelamento de 90 dias obteve-se novamente uma queda na contagem de mesófilos, o primeiro lote apresentou 9,20x10^2 UFC/ml, o segundo 1,01x10^3 UFC/ml e o terceiro 9,90x10^2 UFC/ml.

Segundo o autor, esses valores são reflexos de boas condições de processamento e congelamento. Porém houve a presença de *Escherichia coli* no leite cru analisado nos três lotes. Após a pasteurização, foi observada a ausência de *E. coli* nas amostras, e o congelamento por 90 dias manteve a qualidade microbiológica, isso, segundo o autor, mostra que os processos de pasteurização e congelamento foram eficientes. A contagem média para coliformes totais no leite cru foi de >1,1x10^3 NMP/mL nos três lotes analisados, e para os coliformes termotolerantes (45°C) a contagem média foi de 1,5x10^2 NMP. Após o processo de pasteurização, a contagem média para coliformes totais e termotolerantes caiu para <3,0 NMP/mL, e o congelamento manteve a qualidade. Não foi observada a presença de *Salmonella sp* em nenhum lote. Com esses resultados o autor afirma que o leite comercializado em Alfenas-MG possui boa qualidade microbiológica e que atende as diretrizes governamentais (Souza *et al.*, 2013).

O objetivo do estudo realizado por Santos e colaboradores (2012) foi avaliar as características microbiológicas do leite de cabra comercializado na região do Vale do Jaguaribe, Ceará. Foram adquiridas no mercado varejista da região em estudo, cinco amostras de leite de cabra pasteurizados de diferentes marcas. Observou-se que as amostras coletadas apresentaram contagens de coliformes totais inferiores a 4,0 NMP/mL e ausência de coliformes termotolerantes. Os autores explicam que a ausência de coliformes termotolerantes indicam boa qualidade higiênica e sanitária dos leites comercializados. Quanto a contagem de bactérias mesófilas, observa-se valores variando de 1,1 x 10^3 a 4,3 x 10^4 UFC ml/ml, com três amostras apresentando valores superiores a 1,0 x 10^4 UFC/ml. Não foi detectada a presença de *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp. nas amostras. Com os resultados obtidos, segundo os autores, o leite de cabra comercializado na região do Vale do Jaguaribe-CE, possui qualidade microbiológica satisfatória (Santos *et al*., 2012).

Ramos & Nascimento (2020b) avaliaram a qualidade microbiológica do leite de cabra adquirido a partir de pequenos comércios informais de oito produtores do Estado do Rio de Janeiro, através da contagem de aeróbio mesófilos e psicotróficos e de enterobactérias totais em 21 amostras. Foram observadas contagens de 10^9 UFC/mL de aeróbios psicrotróficos, segundo os autores, indicando possível ação de enzimas deteriorantes em função da alta concentração de micro-organismos produtores. Para mesófilos aeróbios, a maior parte das amostras apresentou contagem entre 10^4 e 10^5 UFC/mL. Com relação às enterobactérias totais, a contagem se manteve na faixa de 10^3 a 10^4 UFC/mL, em sua maioria. Até o limite da detecção da técnica, quatro amostras não apresentaram contagem de enterobactérias totais, enquanto outras duas apresentaram contagem elevada (10^6 UFC/mL).

Segundo os autores, seis amostras apresentaram contagem muito elevada para aeróbios mesófilos, e que isso ocorreu pelo fato de as amostras terem sido coletadas de pequenos produtores que não possuem boas condições de higiene e nenhum tipo de inspeção ou controle, embora o leite seja vendido cru para consumo. Os autores ressaltam que, embora proibida, existe a comercialização de leite de cabra cru, principalmente em cidades do interior ou em regiões mais afastadas das metrópoles brasileiras, contando até mesmo com anúncios online. Assim, são necessárias maiores medidas de conscientização com relação ao comércio informal de leite de cabra cru e também maior conscientização sobre boas práticas de ordenha (Ramos & Nascimento, 2020b).

Na região de Viçosa e Muriaé, em Minas Gerais, foram selecionadas, por Yamazi e colaboradores (2013), 12 fazendas caprinas representativas da produção de leite caprino nesta região e em outras regiões brasileiras, sendo coletadas 61 amostras, como o mínimo de 3 amostras por fazenda. Os resultados da pesquisa mostraram que apenas em apenas uma fazenda foi observada a contagem superior a 10^6 UFC/ml, contagem acima da permitida pela legislação para aeróbios mesófilos (Brasil, 2000). Os valores médios para as contagens de *Enterobacteriaceae*, coliformes e *E. coli* foram acima da média quando comparados a valores de referência, sendo encontrados resultados semelhantes para micro-organismos

psicotróficos. Segundo os autores, estes resultados indicam deficiências higiênicas especificas durante o armazenamento refrigerado. Os autores ressaltam que para micro-organismos indicadores de higiene, observou-se contagem acima da média, indicando um déficit higiênico nas fazendas analisadas. Em resumo, os dados obtidos com a pesquisa, segundos os autores, indicam falhas na cadeia produtiva do leite de cabra, proporcionando uma má qualidade microbiológica desse produto, e destacando a necessidade de que os órgãos governamentais estabeleçam os equipamentos específicos a serem adotados nas fazendas de caprinos, bem como um prazo limite para a coleta (Yamazi *et al.*, 2013).

A Tabela 1 exibe uma visão geral dos estudos recentes avaliando a qualidade do leite de cabra à nível nacional, em diferentes regiões do país.

Região	Micro-organismos avaliados	Contagem máxima verificada	Conclusão	Referência
Petrolina (PE)	Coliformes termotolerantes	$1,1x10^3$ NMP/mL	Amostras com contagens acima do tolerável, indicando necessidade de melhor controle microbiológico.	(Coelho et al, 2018)
	Coliformes totais	$1,1x10^3$ NMP/mL		
	Aeróbios mesófilos	5,3x105UFC/mL		
Distrito Federal	Coliformes Totais	1,2x105UFC/mL	Algumas amostras apresentaram contagens altas, mas as médias indicam qualidade microbiológica no limite da aceitabilidade.	(Pádua et al., 2019)
	Aeróbios mesófilos	105 UFC/mL		
	E. coli	2,0 UFC/mL		
	Bactérias psicrotróficas	105 UFC/mL		
	Bolores e Leveduras	105 UFC/mL		
	S. aureus	104 UFC/mL		
Paraíba	Coliformes Totais	3,7 NMP/mL	Qualidade higiênico sanitária satisfatória.	(Beltrão Filho et al., 2008)
	Aeróbios Mesófilos	2,1x103 UFC/mL		
	Bolores e Leveduras	9,9 UFC/mL		
Paraíba	Coliformes Totais	107UFC/mL	Altas contagens indicam falha nas Boas Práticas de ordenha. Necessária adoção de práticas de higiene eficientes.	(Monte et al., 2017)
	S. aureus	105 UFC/mL		
Macaíba (RN)	Coliformes Totais	2,0 x 107 UFC/mL	Falha e ineficiência na implementação das Boas Práticas de Fabricação.	(Silva et al., 2017)

Viçosa e Muriaé (MG)	Aeróbios mesófilos	106 UFC/mL	Falhas na cadeia produtiva que proporcionam uma má qualidade microbiológica.	(Yamazi et al., 2013)
Rio de Janeiro	Aeróbios Mesófilos	105 UFC/mL	Não possuem boas condições de higiene. Necessárias maiores medidas de conscientização sobre o comércio informal e maior conscientização sobre boas práticas de ordenha.	(Ramos & Nascimento, 2020b)
	Bactérias psicotróficas	109 UFC/mL		
	Enterobácterias totais	106 UFC/mL		
Alfenas (MG)	Coliformes Totais	$<1,1x10^{3}$ NMP/mL	Altas contagens no leite cru, porém com alta redução após o processo de pasteurização.	(Souza et al., 2013)
	Coliformes Termotolerantes	$1,5x10^{2}$ NMP/mL		
	Aeróbios Mesófilos	1,18x105 UFC/mL		
Vale do Jaguaribe (CE)	Coliformes Totais	4,0 NMP/mL	Qualidade microbiológica dentro do tolerável.	(Santos et al., 2012)
	Aeróbios Mesófilos	4,3x104 UFC/mL		

Tabela 1: Estudos recentes avaliando a qualidade microbiológica do leite de cabra no Brasil

6 | CONCLUSÃO

No Brasil e no mundo o leite caprino vem se destacando, sendo observado um interesse maior por parte do consumidor nos benefícios à saúde oferecidos pelo produto. Para que a expectativa do consumidor seja atingida, deve existir um controle rigoroso da qualidade, e isso inclui atingir os padrões microbiológicos impostos pela legislação, de modo que seja entregue ao consumidor um produto seguro quanto a presença de micro-organismos e com o valor nutricional esperado.

De acordo com os resultados observados na literatura científica nacional nos últimos anos, fica evidente que o destaque do leite caprino no mercado não vem sendo acompanhado de um controle de qualidade eficiente, deixando evidente a necessidade de implementação e conscientização sobre práticas de higiene e inspeção de modo a garantir a qualidade desejada pelos consumidores. A heterogeneidade de resultados encontrados, sejam positivos ou negativos, com variação de contagens de diferentes grupos indicadores ou micro-organismos patógenos, indicam a discrepância da realidade de produção de leite no país. Assim, é importante que sejam elaboradas políticas públicas de conscientização de pequenos produtores, assim como maior rigor na fiscalização, em um país com realidades de produção tão diversas.

REFERÊNCIAS

BELTRÃO FILHO, E. M.; COSTA, R. G.; EGYPTO, R. D. C. R.; MEDEIROS, A. N.; OLIVEIRA, C. J. B.; ROCHA, J. K. P.; SANTOS, J. G. **Avaliação higiênico-sanitária do leite de cabra comercializado no estado da Paraíba, Brasil**. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 9, n.4, p. 672-679, 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº 216, de 15 de setembro de 2004. **Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação**. Diário Oficial da União, 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº 331, de 23 de dezembro de 2019. **Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação**. Diário Oficial da União, 2019.

BRASIL. Ministério da Pecuária, Agricultura e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 08 de novembro de 2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do leite de cabra.** Diário Oficial da União, 2000.

CAMARGO, A. C.; PAULA, O. A. L.; TODOROV, S. D.; NERO, L. A. **In Vitro Evaluation of Bacteriocins Activity Against *Listeria monocytogenes* Biofilm Formation**. Applied Biochemistry And Biotechnology, v. 178, n.6, p. 1239-1251, 2015.

CHANOS, P.; MYGIND, T. **Co-culture-inducible bacteriocin production in lactic acid bactéria.** Applied Microbiology And Biotechnology, v. 100, n. 10, p. 4297-4308, 2016.

COELHO, M. C. S. C.; RODRIGUES, B. R.; SOUZA COELHO, M. I.; LIBÓRIO, R. C.; COSTA, F. F. P.; SILVA, G. L. **Caracterização físico-química e microbiológica do leite de cabra produzido em Petrolina-PE.** Agropecuária Científica no Semiárido, v. 14, n. 3, p. 175-182, 2018.

COSTA, T. D. S.; NEIVA, G. S.; CAMILO, V. M. A.; FREITAS, F. D.; SILVA, I. D. M. M. D. **Oficinas de boas práticas de fabricação: construindo estratégias para garantir a segurança alimentar**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 15, p. 64-68, 2012.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT – Statistic Database**. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/. Acesso em: 13 mai. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário – 2017.** Disponível em https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf. Acesso em: 29 abr. 2021.

KHAN, I.; KHAN, J.; MISKEEN, S.; TANGO, C. N.; PARK, Y. S.; OH, D. H. **Prevalence and control of *Listeria monocytogenes* in the food industry – a review**. Czech Journal Of Food Sciences, v. 34, n. 6, p. 469-487, 2016.

MARTIN, P.; PALHIÈRE, I.; MAROTEAU, C.; BARDOU, P.; CANALE-TABET, K.; SARRY, J.; TOSSER-KLOPP, G. **A genome scan for milk production traits in dairy goats reveals two new mutations in Dgat1 reducing milk fat content**. Scientific reports, v. *7*, n. 1, p. 1-13, 2017.

MONTE, D. F. M.; JÚNIOR, W. D. L.; OLIVEIRA, C. J. B.; MOURA, J. F. P. **Indicadores de qualidade microbiológica do leite caprino produzido na Paraíba.** Agropecuária Científica no Semiárido, v. 12, n.4, p. 354-358, 2017.

PÁDUA, F. S. D. **Qualidade, segurança microbiológica e enumeração da microbiota lática autóctone do leite de cabra produzido na região Centro-Oeste.** Dissertação de Mestrado em Ciências Animais, Universidade de Brasília, 2013.

PÁDUA, F. S. D.; COUTO, E. P.; NERO, L. A.; FERREIRA, M. D. A. **Qualidade físico-química e microbiológica de leite de Cabra produzido no Distrito Federal**. Ciência Animal Brasileira, v. 20, e-43357, 2019.

RAMOS, G. L. P. A.; NASCIMENTO, J. S. ***Pseudomonas* SP. in uninspected raw goat's milk in Rio de Janeiro, Brazil**. Food Science and Technology, v. 40, n.2, p. 605-611, 2020a.

RAMOS, G. L. P. A.; NASCIMENTO, J. S**. Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química em leite caprino cru comercializado informalmente no estado do Rio de Janeiro**. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, v. 1, n. 3, p. 32-47, 2020b.

RAMOS, G. L. P. A.; SILVA, G. M. M.; RIBEIRO, W. A.; NASCIMENTO, J. S. ***Salmonella* Spp. em produtos lácteos no brasil e seu impacto na saúde do consumidor**. Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos. v. 4, p. 254-266, 2021.

RUIZ, P.; PÉREZ-MARTÍN, F.; SESEÑA, S.; PALOP, M. L. **Seasonal diversity and safety evaluation of enterococci population from goat milk in a farm**. Dairy Science & Technology, v. 96, n.3, p. 359-375, 2016.

SANTOS JÚNIOR, E. D. **Caracterização do sistema de produção e qualidade do leite caprino produzido no semiárido**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, 2018.

SANTOS, D.; MARTINS, J. N.; OLIVEIRA, E. N. A.; FALCÃO, L. V. **CARACTERIZAÇÃO de leite caprino comercializado na região do vale do Jaguaribe, Ceará**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 7, n. 2, p. 289-295, 2012.

SILVA, J. B. P.; MACÊDO, C. S.; SILVA OLIVEIRA, S. M.; NASCIMENTO RANGEL, A. H.; MÜRMANN, L. **Qualidade microbiológica do leite caprino em propriedades rurais da região de Macaíba/RN**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 72, n. 2, p. 67-73, 2017.

SOUZA, A. K.; FIORINI, J. E.; MORAES, A. L. L.; OLIVEIRA, N. D. M. S.; CLARETO, S. S.; NASCIMENTO, L. C. **Características microbiológicas e físico-químicas do leite de cabra submetido à pasteurização e ao congelamento, comercializado na cidade de Alfenas-MG**. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 11, n.1, p. 224-233, 2013.

TAYLOR, M. W.; MACGIBBON, A. K. H. **Milk Lipids: General Characteristics**. Encyclopedia Of Dairy Sciences, p. 649-654, 2011.

VÄLIMAA, A.; TILSALA-TIMISJÄRVI, A.; VIRTANEN, E. **Rapid detection and identification methods for *Listeria monocytogenes* in the food chain – A review**. Food Control, v. 55, p. 103-114, 2015.

YAMAZI, A. K.; MOREIRA, T. S.; CAVICCHIOLI, V. Q.; BURIN, R. C. K. NERO; L. A. **Long cold storage influences the microbiological quality of raw goat milk.** Small Ruminant Research, v. 113, n. 1, p. 205-210, 2013.

CAPÍTULO 18

CLEAN IN PLACE (CIP) HYGIENIZATION OF DIFFERENT STAINLESS STEEL GEOMETRIES IN PIPELINES CONTAMINATED WITH *PSEUDOMONAS FLUORESCENS*

Data de aceite: 01/10/2021

Lucas Donizete Silva
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Uberlândia
https://orcid.org/0000-0001-9386-6046

Maíra Gontijo Moreira
Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)
Uberaba
https://orcid.org/0000-0002-5238-8364

Natália Trindade Guerra
Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)
Uberaba
https://orcid.org/0000-0002-4137-7475

Emiliane Andrade Araújo Naves
Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)
Uberaba
https://orcid.org/0000-0002-5103-1929

Priscila Cristina Bizam Vianna
Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)
Uberaba
https://orcid.org/0000-0002-9232-6184

Ubirajara Coutinho Filho
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Uberlândia
https://orcid.org/0000-0003-2952-9234

Rubens Gedraite
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Uberlândia
https://orcid.org/0000-0002-4921-3774

ABSTRACT: The presence of biofilms on food processing surfaces is a constant concern and can cause economic losses and impacts on public health. The objective of this work was to evaluate the development of *P. fluorescens* on the stainless steel surface, to analyze the CIP hygiene procedure considering different geometries, to investigate the flow fluid dynamics and to determine the consumption of the inputs in this process. A circulation line prototype with the characteristics of a dairy was employed. The surface sampling was done with swab analysis and the performance of the process was evaluated based on the decimal reductions and the final count CFU·cm^{-2}. The fluid dynamic study was carried out with a FLUENT numerical solver and the operational consumption was determined by means of a flow and electric current sensor. The results showed that *P. fluorescens* caused the contamination of the surface with the production of exopolysaccharides within the usual time of operation employed in the industry. The decimal reduction was not significantly different between the pipe geometries in straight section, elbow, expansion and reduction. The stretch with branching in tee was statistically different from the other geometries due to a zone of stagnation and fluid recirculation. The rinses were the stages that consumed the most water in the procedure and the alkaline cleaning was the stage that demanded the most energy to perform the CIP hygiene procedure.

KEYWORDS: Clean-in-place; *P. fluorescens*; Fluidodynamics; Food security.

HIGIENIZAÇÃO CLEAN IN PLACE (CIP) DE DIFERENTES GEOMETRIAS DE AÇO INOX EM TUBULAÇÕES CONTAMINADAS COM PSEUDOMONAS FLUORESCENS

RESUMO: A presença de biofilmes nas superfícies de processamento de alimentos é uma preocupação constante e pode causar prejuízos econômicos e impactos na saúde pública. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de *P. fluorescens* na superfície do aço inoxidável, analisar a higienização CIP considerando diferentes geometrias, investigar a fluidodinâmica do escoamento e determinar o consumo dos insumos neste processo. Um protótipo de linha de circulação com as características de um laticínio foi empregado. A amostragem da superfície foi feita com análise swab e o desempenho do processo foi avaliado com base nas reduções decimais nas contagens de UFC·cm^{-2} e na contagem final. O estudo fluidodinâmico foi realizado com resolvedor numérico FLUENT e o consumo operacional foi determinado por meio de sensor de vazão e corrente elétrica. Os resultados mostraram que a *P. fluorescens* causou a contaminação da superfície com a produção de exopolissacarídeos dentro do tempo usual de operação empregado na indústria. A redução decimal não foi significativamente diferente entre as geometrias da tubulação em trecho reto, cotovelo, expansão e redução. O trecho com ramificação em tê foi estatisticamente diferente das demais geometrias devido a uma zona de estagnação e recirculação de fluido. Os enxágues foram as etapas que mais consumiram água no processo de higienização e a limpeza alcalina a etapa que demandou mais energia para execução do procedimento de higienização CIP.

PALAVRAS-CHAVE: Clean-in-place; *P. fluorescens*; Fluidodinâmica; Segurança alimentar.

1 | INTRODUCTION

Biofilms are a community of microorganisms, adhered to the surface and embedded by a protective slime. This system consists of cells, exopolymers and residual food. This arrangement is highly efficient and makes bacteria more protected against the action of antibiotics, sanitizers and the weather. (Wang *et al.*, 2018). The presence of biofilms in the industrial environment can cause corrosion of equipment and pipes, harbor and disseminate deteriorating and pathogenic microorganisms and reduce the rates of energy transfer in the form of heat (Bremer *et al.*, 2006).

In the dairy industry, *Pseudomonas fluorescens* stands out with the potential for deterioration and loss of food produced (Ge *et al.* 2017). This species is able to grow at low temperatures, produce exopolysaccharides and cause changes in the structure and color of foods due to the production of lecithinase (phospholipase C), proteolytic enzymes and pigmented molecules (Rossi *et al.*, 2016).

In this context, it is essential to promote an efficient hygiene process and observe the frequency of execution of the procedure. It is recommended that this intervention take place at least every 24 hours to ensure food safety for products (Wang et al., 2018). Furthermore, it is the responsibility of the food producer and equipment manufacturer to know the hygienic

design of the industrial plant, in order to consider the points of difficult hygiene, due to the geometry of the system and to avoid problems of contamination and losses (Faille *et al.*, 2017).

The CIP hygiene process is an usual practice in food plants considering the cleaning and sanitization of equipment and pipes, without dismantling the equipment and with little or no manual involvement of the operators. (Memisi *et al.*, 2015). This process is carried out in stages: pre-rinse to remove coarse residues, alkaline cleaning for solubilization and removal of protein and fat deposits, rinse for removal of residual detergent and sanitization for destruction and reduction of microorganisms to levels considered safe for processing foods (Yang *et al.*, 2018).

Several factors participate of CIP procedure and its effectiveness is expressed by the combination of thermal energy, which is a function of the temperature of fluids, chemical energy, through chemical agents and their respective concentrations, and mechanical energy, expressed through flow velocity. These factors are connected and acting together with the contact time (Tetra Pak, 2015). Among these variables, the flow fluid dynamics has a substantial influence on the effectiveness of process (Bode *et al.*, 2007).

The computational fluid dynamics (CFD) technique is useful to investigate the behavior of the fluid inside the pipes. This analysis allows to predict areas of difficult hygiene and consequently critical points considering the different geometries. The quality of this prediction is based on the selection of turbulence models to represent the flow's particularities. The models most used in this approach are k-ε e k-ω due to their robustness and precision for most industrial applications (ANSYS FLUENT, 2014).

In addition, the CIP hygiene procedure requires numerous resources such as water, chemical agents, energy and time (Sislian *et al.*, 2021). According to Li *et al.*, (2019), the dairy industry consumes approximately 28% of the total water in hygiene practices. Furthermore, from an energy point of view, this practice consumes about 13% of energy expenditure in relation to the entire manufacturing process of the industry. Yang *et al.*, (2018) showed that alkaline cleaning and sanitization are the steps that demand the most time in the CIP process and, consequently, the biggest industrial production stops.

In this perspective, the objective of this work was to investigate the contamination caused by *P. fluorescens* on the surface of stainless steel pipes in contact with milk, to evaluate the CIP procedure considering five different geometries commonly found in industrial processing units (straight cylindrical section, tee section, elbow, expansion and reduction of pipe diameter). In addition, to analyze the behavior of fluids in each geometry using the CFD technique, and estimating the operational consumption of inputs to perform the CIP process.

2 | MATERIALS AND METHODS

2.1 Experimental unit

A milk circulation system with structural characteristics similar to those used in dairy products was used, in stainless steel AISI 304, degree of polishing n° 4. The prototype of the circulation line model is shown in Fig. 1.

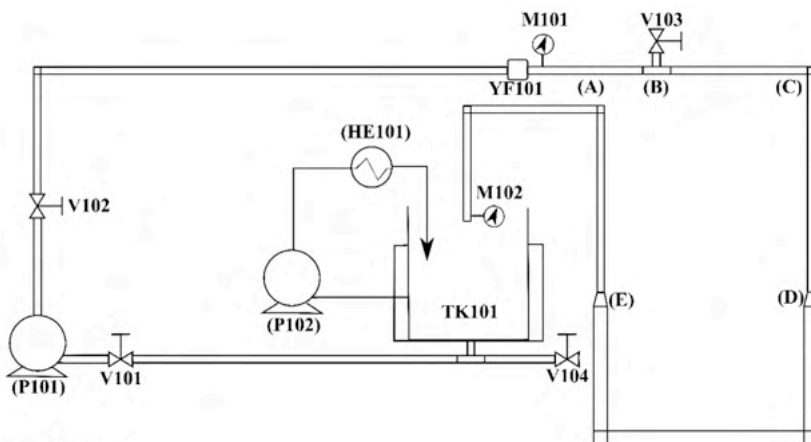



Figure 1 - Schematic representation of the milk circulation line model.

Legend: TK – milk storage tank and cleaning solutions (25 L capacity); V – ball type locking valves ½" thread connection; P – centrifugal pump to promote circulation of fluids and cleaning agents in the system; YF – turbine flow sensor ½", M - U-tube pressure gauge, HE – heat exchanger, surfaces of different geometries: straight cylindrical section (A), tee (B), elbow (C), expansion (D) and reduction (E).

The connections of each section of pipe were threadable, which allowed the disassembly and sampling of the internal surface of each geometry at the end of the CIP process. The following test sections geometries were used: straight cylindrical section (A), tee (B), elbow (C), expansion (D) and reduction (E) in order to represent items commonly present in the dairy circulation lines and the different intensities of shear forces applied to them. The flow control system for the circulation line was described by Silva *et al.* (2019).

2.2 Microbial growth and surface contamination

All geometries were previously cleaned and subsequently autoclaved at 121 °C for 30 minutes. The geometries were filled with whole UHT milk, obtained from local market, sterile and inoculated at 1% (v/v) bacterial suspension of *Pseudomonas fluorescens* (ATCC 13525), previously activated in BHI broth (Merck, Germany).

The geometries were incubated at 24 °C for 15 hours for biofilm formation, according to the adhesion kinetics previously determined. For adhesion and biofilm formation, the static condition was chosen, since it standardizes the homogeneity on the geometry surface and

isolates the hydrodynamic effects (Lelièvre *et al.*, 2002). After incubation, the milk was drained and the geometries were installed in the circulation line to be submitted to the CIP process.

A replica of the geometry used in hygiene procedure was selected for the initial cell count on the surface. This geometry was filled with peptone water (Acumedia, Lansing, United States) 0.1 % (wt), which remained inside the surface for 1 minute to remove planktonic cells. Then, the sessile cells were removed using a *swab*.

After the CIP process, the cells that remained adhered to the geometries were removed with a swab and transferred to a solution of peptone water 0.1 % (wt) where they remained for 2 minutes in vortex agitation (Velp, Wizard Advanced IR) to release the cells into the solution. After this step, serial dilutions were prepared and plated using the *spread plate* method, in plate count agar (PCA – Kasvi, Italy). The plates were incubated for 36 h at 24 °C. The result was expressed in $CFU.cm^{-2}$ using Eq. 1:

$$Count\left[\frac{CFU}{cm^2}\right] = \frac{C \cdot V_R}{V_A \cdot A} \quad (1)$$

where, C: average number of colonies after incubation [CFU]; V_R: Volume used in *rinse* [mL]; V_A: Volume used in plating [mL]; A: geometry area [cm²].

2.3 Exopolymerics (EPS) compounds of biofilm

The determination of the composition of the exopolysaccharides present in the biofilm was determined by FTIR as described by Wang *et al.,* (2018). A stainless steel coupon (10 mm x 10 mm) after 24 hours of incubation with *P. fluorescens* was rinsed aseptically three times with 0.85% NaCl solution (wt) to remove planktonic cells. The coupon with biofilm was air-dried at room temperature. The spectra were collected in the transmission mode from 2,000 to 800 cm^{-1} with a Shimadzu spectrometer with resolution 2 cm^{-1} e 128 scans.

The spectrum of the stainless steel plate without biofilm was used to remove the spectral background. The peaks corresponding to the functional groups were researched and identified according to references available in the literature.

2.4 CIP procedure

All geometries, after being subjected to the contamination process, were inserted in the circulation line to perform CIP, traditionally performed in a daily basis in the dairy industry and comprising the following steps: pre-rinse, alkaline detergent, rinse, sanitization and final rinse.

First, the tank was filled (TK 101) with potable water at room temperature for the pre-rinse step. The water circulation started in open circuit for 5 minutes to remove milk residues. All steps of the procedure were performed at velocity of 1.5 $m \cdot s^{-1}$ as recommended by (Tamime, 2008; Andrade 2008) for cleaning pipes, thus producing a Reynolds number equal to 23,700.

After the pre-rinse step, cleaning started with the circulation of alkaline detergent NaOH 1 % (wt) in a closed circuit for 15 minutes as suggested by Andrade (2008) and the temperature of 70 ºC as indicated by Tetra Park (2015) for pipes CIP procedure. The alkaline detergent was rinsed for approximately 5 minutes with potable water in open circuit to remove residual NaOH. The rinse was completed when the conductivity of the pipe effluent was equivalent to the conductivity of the potable water that was equal to 200 ± 12 $\mu S \cdot cm^{-1}$.

The sanitization step with peracetic acid was carried out at room temperature for 15 minutes at 100 mg·L-1 (Andrade, 2008) in a closed circuit of circulation. Finally, the system was rinsed with potable water in open circuit for 5 minutes to remove the residual sanitizer.

2.5 Monitoring CIP procedure

After CIP procedure, the 5 geometries were removed and the *swab* technique was performed inside the tubes and accessories to remove the remaining cells. An aliquot of each sample was plated in PCA agar, after the cells were released in the vortex, and incubated by 36 h at 24 °C. The result was expressed in $CFU.cm^{-2}$ using Eq. 1. The decimal reduction (DR) in number of cells observed was determined by Eq. 2, according to Kumari & Sarkar (2014).

$$DR = \log N - \log n \qquad (2)$$

where, *N*: colony-forming units count (CFU)/cm² from sessile cells before CIP; *n*: colony-forming units count (CFU)/cm² after CIP.

2.6 Computational fluid dynamics (CFD)

For the study of the flow particularities, the CFD technique was used. The computational mesh created to represent the pipe system was developed using the *software* GAMBIT 2.4.6 and structured in two dimensions, mostly with quadrilateral cells, as shown in Fig. 2A and later exported to the numerical solver FLUENT 20.1 (*Student*).

For the simulation, the boundary condition was adopted on the left lateral end of the tube disposed in the horizontal position was defined as *velocity inlet* with value of 1.5 $m \cdot s^{-1}$. At the output, at the end of the vertical straight section, was specified *pressure outlet*. Thus, in relation to the relative pressure, (*pressure gauge*), null value was adopted for the simulations. The fluids used in CIP process were water and aqueous solutions of chemical cleaning agents such as NaOH and peracetic acid. Thus, the cleaning agent solution properties were assumed to be the same as water, as suggested by Y

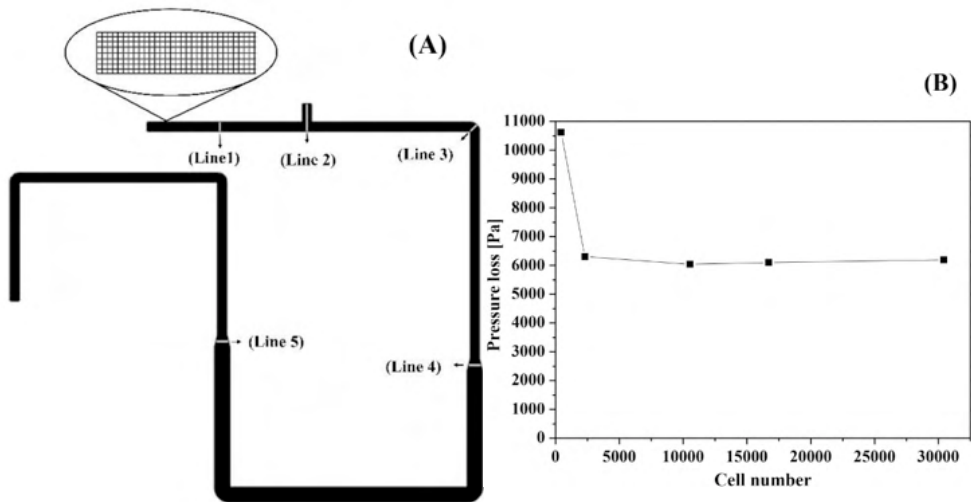



Figure 2 – (A) Representation of mesh of the pipe system and lines to investigate the velocity and shear stress profiles. (B) Pressure drop in function of the number of cells.

Source: Authors

The investigation of the velocity and shear stress profiles was done in the average position of each geometry as shown in Fig. 2A, with line 1 in the straight cylindrical pipe, line 2 in the region of the tee, line 3 in the elbow, line 4 on the pipe expansion and line 5 on the reduction.

2.6.1 Mesh independence

Mesh independence was assessed to minimize errors associated with the discretization of sections of pipe and fittings. The mesh used in this study was refined in the radial direction, to explore the characteristics of the fluid near to the wall. The mesh density was increased until the pressure drop became constant. The results obtained are presented in Fig. 2B. The mesh of 16,701 cells was chosen, as it presented similarly accurate results with a more refined mesh. The use of a more refined mesh did not significantly affect the improvement of the results and would consume even more simulation time.

2.6.2 Turbulence model

Some models are used to represent flows in turbulent conditions (Bhutta *et al*., 2012) and the models *k*–ε and *k*-ω are the more relevant. These two models were tested and compared to the system pressure drop values.

2.7 Operational consumption

The operational consumption of the CIP process was determined considering the electrical energy ($\delta_{eletricity}$) consumed by the pump for fluid circulation, the energy consumed

for heating ($\delta_{heating}$) the alkaline solution and the volume of water used (δ_{water}).

The consumption of potable water for rinsing was determined based on the flow, as shown in Eq. 3 and proposed by Silva e Gedraite (2018). The energy consumption for pumping was determined based on Eq. 4, as shown by (Silva et al., 2020), with the electrical current measured with a clamp ammeter model ET-3200 Minipa. The energy spent on heating was calculated by Eq. 5 as suggested by Yang *et al.*, (2019).

$$\delta_{water} = \int^{t} \dot{Q} \cdot dt \quad (3)$$

$$\delta_{eletricity} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos\theta \cdot \int^{t} I_L(t)dt \quad (4)$$

$$\delta_{heating} = V \cdot \rho \cdot c_P \cdot (T - T_0) \quad (5)$$

where: V_L: line tension [V]; I_L: line current [A]; θ: phase angle; V: solution volume [m³]; ρ: specific mass of water [kg/m³]; c_p: specific heat of water [J/(kg·ºC)] T: temperature [ºC]; T_0: room temperature [ºC] e Q volumetric flow [L/s]

2.8 Statistical analysis

The experiments were carried out in triplicate. The results were analyzed using analysis of variance (ANOVA). The Tukey test was used to assess comparisons between means. The treatments were performed considering the 5% probability level in *Statistica 7.*

3 | RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Turbulence model

The results obtained with the turbulence model $\mathcal{K}$-ω and $\mathcal{K}$-$\mathcal{E}$ differ from each other more significantly in flows with a higher number of Reynolds, so that the $\mathcal{K}$-$\mathcal{E}$ model presented better adjustment to the experimental results, as shown in Fig. 3. Thus, $\mathcal{K}$-$\mathcal{E}$ model was chosen to study the flow in the pipeline. Bouvier *et al.,* (2014) also showed in their research related with flow in heat exchangers that the $\mathcal{K}$-$\mathcal{E}$ model exhibited a better adjustment to the experimental results.

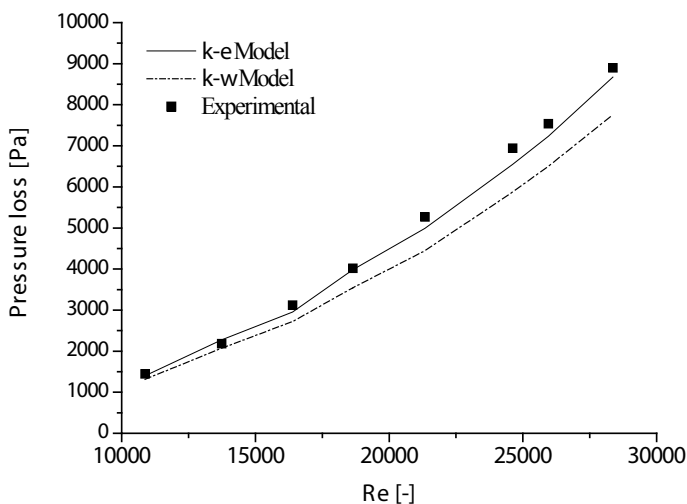



Figure 3 - Experimental and simulated pressure drop for the processing line.

Source: Authors.

The turbulence model *k-e* has numerical robustness, precision and good convergence capacity and computational efficiency (Bouvier *et al.*, 2014). Cunault *et al.*, (2015) reported that the *k-e* model is valid for totally turbulent and wall-confined flows, whereas the *k-w* model generally provides better transport results close to the wall.

3.2 Surface contamination

After the *P. fluorescens* incubation period in the studied geometries, the contamination produced on the stainless steel surface was 4.31 ± 0.26 log CFU·cm^{-2}. Over the 24 hours, period of operation, usually employed in the milk processing industries (Wang *et al.*, 2018), the *P. fluorescens* was able to multiply at room temperature and cause contamination in the pipes and accessories. In addition, the cell count on the surface has shown that inadequate hygiene procedure can develop a high number of cells in this environment.

The analysis of the ATR-FTIR spectra of the biofilm *P. fluorescens* on the contaminated surfaces after incubation is shown in Fig. 4. Some indicative EPS compounds were associated with the main bands of the spectrum (Ojeda *et al.*, 2008). The peaks in 1550, 1230 and 1055 cm^{-1} were assigned to the functional groups present in amide in proteins, carbohydrates containing phosphorus and polysaccharides and deformation of carbohydrate glycosidic bonds, respectively (Wang *et al.*, 2018; Tugavora *et al.*, 2017).

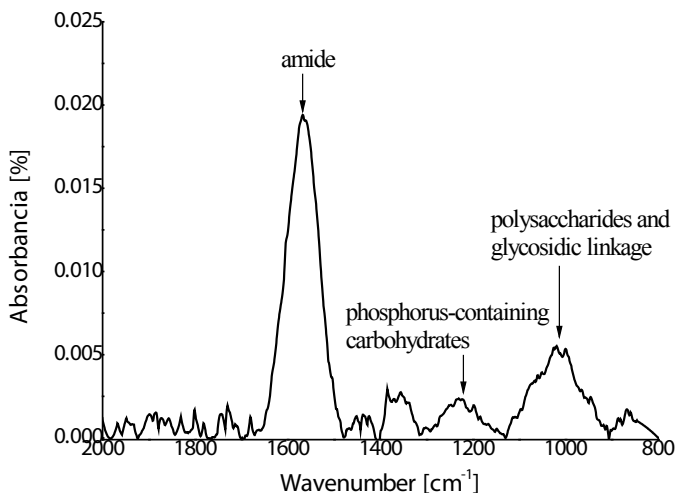



Figure 4 - FTIR-ATR spectrum of biofilm of *P. fluorescens* after 24-hour incubation.

Source: Authors

According to Bosch *et al.*, (2006) peaks in the spectrum that varied between 800 a 1000 cm^{-1} are probably related to deformation of the glycosidic ring (C-O-C) in polysaccharide and asymmetric ring (C-C, C-O) of different groups of carbohydrates. The production of EPS by *P. fluorescens* suggests that the material is mainly formed by polysaccharides, proteins, phospholipids and other carbohydrates.

3.3 CIP procedure

Table 1 shows the values of the decimal reduction observed in each geometry and the final count of cells remaining on the surface. There were no significant differences in decimal reductions between pipe geometries in the form of a straight section, elbow, expansion and reduction. On the other hand, the tee section showed a significant difference in the decimal reduction of viable cells when compared to the other geometries.

Geometry	Decimal reduction [-]	Final count [CFU·cm-2]
Straight section (A)	4.40 ± 0.29a	< 1
Tee (B)	2.02 ± 0.23b	163 ± 16
Elbow (C)	4.25 ± 0.36a	<1
Expansion (D)	4.31 ± 0.26a	< 1
Reduction (E)	4.34 ± 0.24a	< 1

Table 1 - Decimal reduction of viable cells and final count for each geometry.

[a,b] Means followed by the same letter, in the same column, did not differ by Tukey's test ($p > 0,05$).
Source: Authors.

The final count is an important parameter for microbiological quality of the food processing surface. The World Health Organization (WHO) and Pan American Health Organization (PAHO) admit maximum counts of 50 $CFU \cdot cm^{-2}$ for the surface to be considered sanitized. On the other hand, the *American Public Health Association* (APHA) presents a stricter recommendation with maximum counts of 2 $CFU \cdot cm^{-2}$ for sanitized surfaces. In this perspective, all geometries were sanitized, as they had counts less than 1 $CFU \cdot cm^{-2}$, except the tee section which would not be properly sanitized and would require new interventions.

In the straight section, the flow occurred uniformly so that both faces experienced the same velocity of approximately 1.5 $m \cdot s^{-1}$ as shown in the velocity profile of Fig. 5A and in the velocity contour of Fig. 6A. In this configuration, the flow of the fluid produced a shear stress on the surface of approximately 6.5 Pa, which associated with the action of the sanitizer promoted the removal and destruction of *P. fluorescens* cells that were fixed on the stainless steel surface. Lelièvre *et al*., (2002) showed that the mean shear stress has a significant effect on the removal of *B. cereus* adhered to the stainless steel surface and that, in general, the straight section showed better levels of removal. Lemos *et al*., (2015) also reported that greater shear stress associated with the sanitizing agent promoted greater removals of the *B. cereus* biofilm.

In the tee section it was noted the existence of a stagnation zone with fluid recirculation at low velocities (Fig. 6B), of the order of 0.3 $m \cdot s^{-1}$ as can be seen in the Fig. 5B. As a consequence, on that surface was applied about 0.9 Pa of shear stress. Jensen *et al*., (2007) explained that the flow generates a local tangential force acting on the liquid-surface interface and acts as a carrier for chemical agents. Paz *et al*., (2013) indicated the shear stress on the wall as a more significant parameter in the local removal than the velocity itself.

The recirculation zones are a known problem in the industry and in the practice of hygiene and are characterized by low and slow rates of fluid exchange compared to the main current and consequently are more difficult to sanitize (Li *et al.,* 2019). Jensen e Friis (2005) also reported that the most difficult regions to clean are dead ends and cracks in the geometry that produce recirculation and stagnation areas. Associated with this, the low shear stress and less mass transfer of chemical agents leads to reduced efficiency.

However, it is important to notice that the tee section does not always produce areas of fluid recirculation and stagnation. Figueredo *et al*., (2009) showed in simulated CIP that the removal of *P. aerugionsa* cells was superior in the tee section compared to the straight section of the pipe. This difference is related to the layout of the pipe, the positioning of the geometries in the processing line and the flow that were applied.

In the elbow section, the formation of a preferential path on the left side was noted as shown in the velocity profile in Fig 5C. At this point in geometry, the flow occurred with greater velocities of approximately 2.3 $m \cdot s^{-1}$ leading the shear stress to 6.3 Pa. In detriment to this scenario, the other region of the elbow was subjected to lower velocity of 0.8 $m \cdot s^{-1}$ (Fig. 6C) that produced a shear stress of 2.0 Pa. This flow behavior did not significantly influence the

reduction of *P. fluorescens* cells in comparison to the straight tube, expansion and reduction.

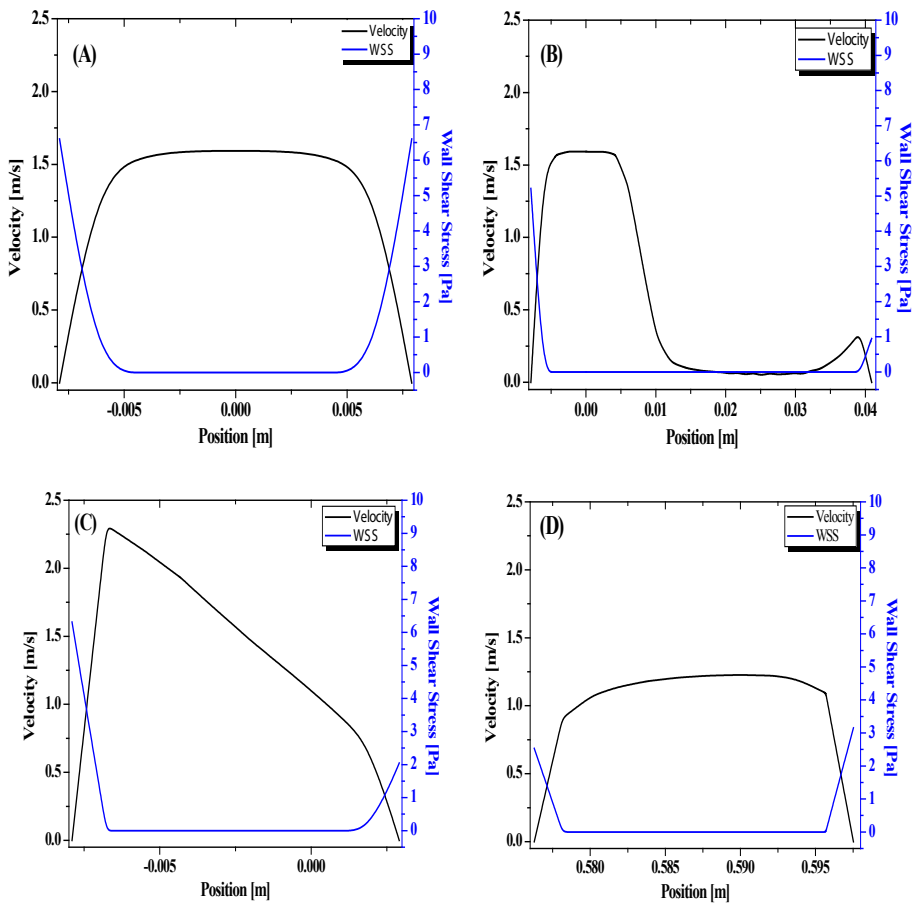
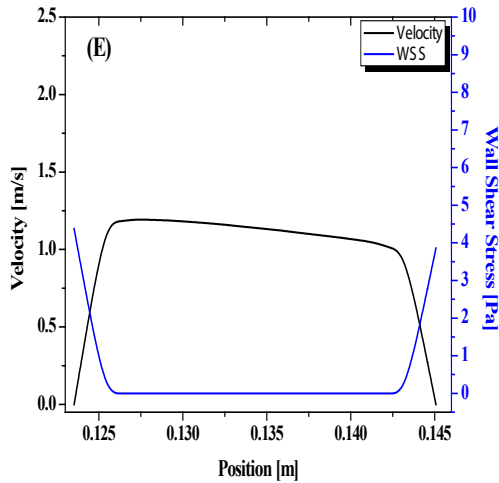



Figure 5 – Velocity and shear stress profiles for geometries (A) straight section, (B) tee, (C) 90º elbow, (D) expansion and (E) reduction.

Source: Authors.

On the other hand, this effect is not extendable to all elbows of a piping system. Dev *et al.*, (2014) worked on CIP of a raw milk in milking pipe and reported that the elbow was the more difficult geometry to sanitize compared to the straight section. Figueiredo *et al.*, (2009) also showed a significant difference in the removal of *P. aeruginosa* between the straight cylindrical geometries and 90º elbow. Thus, it is understood that hygiene efficiency is a complex process and depends on numerous factors such as the characteristics of microorganisms (presence of pili or flagella), biofilm structure and variability and physicochemical properties such as charge and the hydrophobicity of biofilm (Wu *et al.*, 2012).

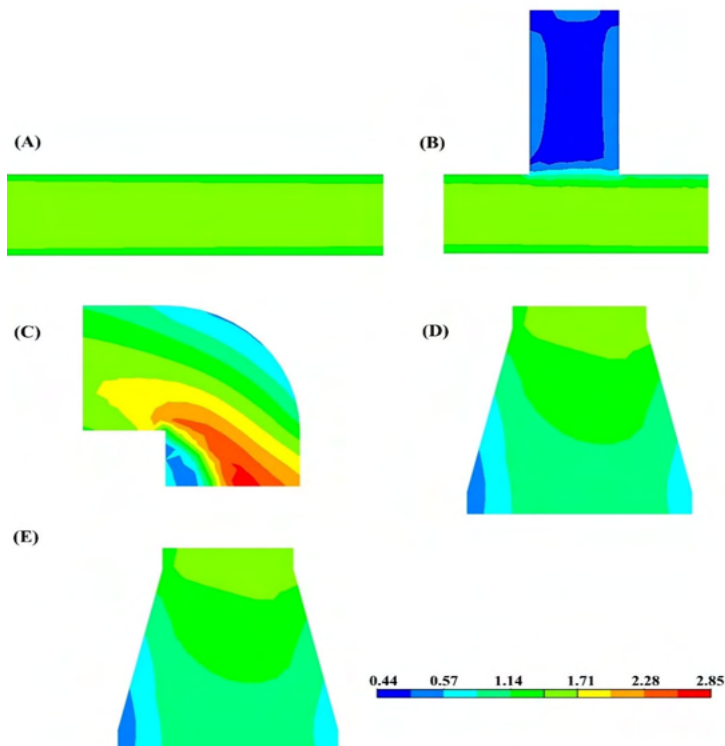



Figure 6 – Velocity contour for geometries (A) straight section, (B) tee, (C) 90º elbow, (D) expansion and (E) reduction.

Source: Authors.

Expansion and reductions pipe sections are commonly used in the food industries (Blel *et al*., 2007) for adapting the pipeline diameter. In this study, such geometries showed a mean velocity of approximately 1.1 $m \cdot s^{-1}$ in the centerline region of the geometry as shown in Fig. 5D e 5E. The shear stress applied in this region ranged from 2.5 to 4.4 Pa and did not produce significant differences in the levels of hygiene produced by the CIP process when compared to straight and elbow pipes.

Despite this, the presence of a zone of fluid recirculation and stagnation close to the region of the larger diameter pipe was notable, as shown in Fig. 6D e Fig. 6E, considering that the low velocities occur where the fluid swirls in the conical section as also reported by Lelièvre *et al*., (2002). In addition, these authors classified these shapes as regions that are difficult to clean, since the shear stress in these localized points is low and not uniform throughout the geometry.

3.4 Process consumption

The three rinses of the CIP, the alkaline cleaning and the sanitization steps demanded equivalent times in the hygiene process, 15 min each one. Potable water consumption was considerably higher in the rinsing stages, nearly 265 liters. Alkaline cleaning and sanitation steps consume the same amounts of water, 10 liters, since the process operates with the same amount of product and the circulation of these chemical agents is made in a closed circuit. Yang *et al.*, (2018) reported that CIP processes, in general, consume relevant amounts of water, especially as rinsing steps.

From an energetic point of view, the alkaline cleaning step consumed a greater amount of energy, 2085 kJ since the product is applied hot and much of the energy is used to heat the fluid together with the energy for circulating the detergent. The rinsing and sanitizing steps require equivalent amounts of energy of 203 kJ, since they operate in equivalent times, for approximately 15 min.

4 I CONCLUSION

This research investigated the contamination of stainless steel surfaces with *P. fluorescens*, the CIP cleaning of the pipe and its accessories, the fluid dynamics and the process inputs. A significant concern is related to the observation that in the typical period of operation of the processing unit it is possible to achieve high counts of cells on the surface. The computational fluid dynamics (CFD) proved to be useful in determining regions of difficult hygiene and pointed out the most problematic points of hygienic design of pipelines. All geometries showed microbiological safety at the end of the hygiene process, except for the tee section that presented a zone of fluid stagnation and recirculation, which impaired the quality of hygiene in that region. In addition, it was evident that the CIP process demands a significant amount of water for the rinsing steps, just as the alkaline cleaning step consumed considerable energy for heating the detergent.

REFERENCES

Andrade, N.J. Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos. São Paulo: Varela, 2008. 412p

ANSYS FLUENT, 14.5. (2014). User's and theory guide. Canonsburg, Pennsylvania, USA: ANSYS, Inc

Bhutta, A., M. M., Hayat, N., Bashir, M. H., Khan, A. R., Ahmad, K. N., & Khan, S. (2012). CFD applications in various heat exchangers design: A review. Applied Thermal Engineering, 32, 1–12. http://doi:10.1016/j.applthermaleng.2011.09.001

Blel, W., Bénézech, T., Legentilhomme, P., Legrand, J., & Le Gentil-Lelièvre, C. (2007). Effect of flow arrangement on the removal of Bacillus spores from stainless steel equipment surfaces during a Cleaning In Place procedure. Chemical Engineering Science, 62(14), 3798–3808. http://doi:10.1016/j.ces.2007.04.011

Bode, K., Hooper, R. J., Paterson, W. R., Ian Wilson, D., Augustin, W., & Scholl, S. (2007). Pulsed Flow Cleaning of Whey Protein Fouling Layers. Heat Transfer Engineering, 28(3), 202–209. http://doi:10.1080/01457630601064611.

Bouvier, L., Moreau, A., Ronse, G., Six, T., Petit, J., & Delaplace, G. (2014). A CFD model as a tool to simulate β-lactoglobulin heat-induced denaturation and aggregation in a plate heat exchanger. Journal of Food Engineering, 136, 56–63. http://doi:10.1016/j.jfoodeng.2014.03.025.

Bremer, P. J., Fillery, S., & McQuillan, A. J. (2006). Laboratory scale Clean-In-Place (CIP) studies on the effectiveness of different caustic and acid wash steps on the removal of dairy biofilms. International Journal of Food Microbiology, 106(3), 254–262. http://doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2005.07.004.

Cunault, C., Faille, C., Bouvier, L., Föste, H., Augustin, W., Scholl, S., … Benezech, T. (2015). A novel set-up and a CFD approach to study the biofilm dynamics as a function of local flow conditions encountered in fresh-cut food processing equipments. Food and Bioproducts Processing, 93, 217–223. http://doi:10.1016/j.fbp.2014.07.005.

Dev, S. R. S., Demirci, A., Graves, R. E., & Puri, V. M. (2014). Optimization and modeling of an electrolyzed oxidizing water based Clean-In-Place technique for farm milking systems using a pilot-scale milking system. Journal of Food Engineering, 135, 1–10. http://doi:10.1016/j.jfoodeng.2014.02.019.

Figueiredo, H. M. de, Andrade, N. J. de, Ozela, E. F., & Morales, G. P. (2009). Influência da velocidade de circulação do leite na adesão de Pseudomonas aeruginosa sobre aço inoxidável. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 29(3), 469–473. http://doi:10.1590/s0101-20612009000300002.

Ge, Y., Zhu, J., Ye, X., & Yang, Y. (2017). Spoilage potential characterization ofShewanellaandPseudomonasisolated from spoiled large yellow croaker (Pseudosciaena crocea). Letters in Applied Microbiology, 64(1), 86–93. http://doi:10.1111/lam.12687.

Jensen, B. B. B., & Friis, A. (2005). Predicting the cleanability of mix-proof valves by use of wall shear stress. Journal of Food Process Engineering, 28(2), 89–106. http://doi:10.1111/j.1745-4530.2005.00370.x.

Jensen, B. B. B., Stenby, M., & Nielsen, D. F. (2007). Improving the cleaning effect by changing average velocity. Trends in Food Science & Technology, 18, S58–S63. http://doi:10.1016/j.tifs.2006.10.012.

Kumari, S., & Sarkar, P. K. (2014). In vitro model study for biofilm formation by Bacillus cereus in dairy chilling tanks and optimization of clean-in-place (CIP) regimes using response surface methodology. Food Control, 36(1), 153–158. http://doi:10.1016/j.foodcont.2013.08.014.

Lelièvre, C., Legentilhomme, P., Gaucher, C., Legrand, J., Faille, C., & Bénézech, T. (2002). Cleaning in place: effect of local wall shear stress variation on bacterial removal from stainless steel equipment. Chemical Engineering Science, 57(8), 1287–1297. http://doi:10.1016/s0009-2509(02)00019-2.

Lemos, M., Mergulhão, F., Melo, L., & Simões, M. (2015). The effect of shear stress on the formation and removal of Bacillus cereus biofilms. Food and Bioproducts Processing, 93, 242–248. http://doi:10.1016/j.fbp.2014.09.005.

Li, G., Tang, L., Zhang, X., & Dong, J. (2019). A review of factors affecting the efficiency of clean-in-place procedures in closed processing systems. Energy, 178, 57–71. http://doi:10.1016/j.energy.2019.04.123.

Memisi, N., Moracanin, S. V., Milijasevic, M., Babic, J., & Djukic, D. (2015). CIP Cleaning Processes in the Dairy Industry. Procedia Food Science, 5, 184–186. http://doi:10.1016/j.profoo.2015.09.052.

Ojeda, J. J., Romero-González, M. E., Bachmann, R. T., Edyvean, R. G. J., & Banwart, S. A. (2008). Characterization of the Cell Surface and Cell Wall Chemistry of Drinking Water Bacteria by Combining XPS, FTIR Spectroscopy, Modeling, and Potentiometric Titrations. Langmuir, 24(8), 4032–4040. http://doi:10.1021/la702284b.

Paz, C., Suárez, E., Concheiro, M., & Porteiro, J. (2013). Experimental study of soot particle fouling on ribbed plates: Applicability of the critical local wall shear stress criterion. Experimental Thermal and Fluid Science, 44, 364–373. http://doi:10.1016/j.expthermflusci.2012.07.008.

Rossi, C., Chaves-López, C., Serio, A., Goffredo, E., Cenci Goga, B. T., & Paparella, A. (2016). Influence of incubation conditions on biofilm formation by Pseudomonas fluorescens isolated from dairy products and dairy manufacturing plants. Italian Journal of Food Safety, 5(3). http://doi:10.4081/ijfs.2016.5793.

Silva, L. D., & Gedraite, R. (2018). Optimization of the CIP system enzyme stage for effluent reduction. Revista Eletrônica Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 22, 12. http://doi:10.5902/2236117034708.

Silva, L. D., Souza L. D., Santiago, T. S. A., Gedraite R. (2019). Control and tuning of pulsed flow for prototype CIP (clean in place). Congresso Brasileiro de Instrumentação, Sistemas e Automação.

Silva, L. D., Filho, U. C., Naves, E. A. A., & Gedraite, R. (2020). Pulsed flow in clean-in-place sanitization to improve hygiene and energy savings in dairy industry. Journal of Food Process Engineering. http://doi:10.1111/jfpe.13590.

Sislian, R., da Silva, F. V., Coghi, M. A., & Gedraite, R. (2021). Neuro-fuzzy model-based simulation of a laboratory scale clean-in-place system: A study of the rinsing process. Environmental Challenges, 4, 100098. http://doi:10.1016/j.envc.2021.100098.

Tamime, A. (Ed.). (2008). Cleaning-in-Place: Dairy, Food and Beverage Operations. http://doi:10.1002/9781444302240.

Tetra Pak. Cleaning in Place: A Guide to Cleaning Technology in the Food Processing Industry: Handbook. Editora. Tetra Pack Processing Systems, 2015.

Tugarova, A. V., Scheludko, A. V., Dyatlova, Y. A., Filip'echeva, Y. A., & Kamnev, A. A. (2017). FTIR spectroscopic study of biofilms formed by the rhizobacterium Azospirillum brasilense Sp245 and its mutant Azospirillum brasilense Sp245.1610. Journal of Molecular Structure, 1140, 142–147. http://doi:10.1016/j.molstruc.2016.12.063.

Wang, L., Keatch, R., Zhao, Q., Wright, J. A., Bryant, C. E., Redmann, A. L., & Terentjev, E. M. (2018). Influence of Type I Fimbriae and Fluid Shear Stress on Bacterial Behavior and Multicellular Architecture of Early Escherichia coli Biofilms at Single-Cell Resolution. Applied and Environmental Microbiology, 84(6). http://doi:10.1128/aem.02343-17.

Wu, M.-Y., Sendamangalam, V., Xue, Z., & Seo, Y. (2012). The influence of biofilm structure and total interaction energy on Escherichia coli retention by Pseudomonas aeruginosa biofilm. Biofouling, 28(10), 1119–1128. http://doi:10.1080/08927014.2012.732070.

Yang, J., Jensen, B. B. B., Nordkvist, M., Rasmussen, P., Gernaey, K. V., & Krühne, U. (2018). CFD modelling of axial mixing in the intermediate and final rinses of cleaning-in-place procedures of straight pipes. Journal of Food Engineering, 221, 95–105. http://doi:10.1016/j.jfoodeng.2017.09.017

CAPÍTULO 19

CONTAMINAÇÃO MICROBIANA EM LANCHONETES E ESTABELECIMENTOS COM SERVIÇO TIPO *DELIVERY:* UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Data de aceite: 01/10/2021
Data de submissão: 20/08/2021

Samantha Jamilly Silva Rebouças
Faculdade Nova Esperança de Mossoró
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0001-9836-9380

Lidiane Pinto de Mendonça
Faculdade Nova Esperança de Mossoró
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0001-5597-2446

Liherberton Ferreira dos Santos
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-1719-744X

Renata Cristina Borges da Silva Macedo
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Nortes
https://orcid.org/0000-0003-4012-0659

Rosueti Diógenes de Oliveira Filho
Faculdade Nova Esperança de Mossoró
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0003-4944-2080

Flávio Estefferson de Oliveira Santana
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-4675-2713

Maria das Graças do Carmo
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-8344-2423

Bruno Sueliton dos Santos
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-5846-5703

Francisco Sérvulo de Oliveira Carvalho
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-3844-0461

Bárbara Jéssica Pinto Costa
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-8793-4142

Geovane Damasceno Nobre
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza – Ceará
https://orcid.org/0000-0001-5459-5140

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar a incidência de contaminação microbiológica em lanchonetes e estabelecimentos com serviço *delivery*. O estudo trata-se de uma revisão integrativa onde foram analisados estudos experimentais realizados entre os anos de 2014 a 2020. A busca dos estudos foi realizada nas bases de dados: Google Scholar, *Scientific Eletronic Library Online* (SciElo), PubMed e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) utilizando os descritores: '*Delivery'*, 'Análise microbiológica', 'Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA)', além dos termos em inglês: 'Foodborne', 'Outbreak' e 'Food safety'. Como resultados, observou-se a ocorrência de surtos de DTA através da contaminação microbiológica de

lanches por diversos patógenos, destacando-se as bactérias *Salmonella* e *Staphylococcus aureus* como os mais recorrentes e a ocorrência de *Burkholderia pseudomallei*, uma espécie pouco relatada no Brasil. Contudo, os cuidados higiênicos devem ser tomados desde a recepção da matéria-prima até a entrega do alimento ao consumidor final. As lanchonetes e estabelecimentos devem seguir o que regulamenta a RDC n° 216/2004 e a fiscalização dos órgãos governamentais deve ser mais frequente. É de suma importância a fiscalização dos órgãos governamentais e a supervisão técnica do profissional nutricionista, bem como o treinamento e capacitação dos manipuladores de alimentos, para que se oferte um alimento seguro e em boas condições higiênico-sanitárias.
PALAVRAS-CHAVE: Contaminação de alimentos; Vigilância sanitária; Doenças transmitidas por alimentos.

MICROBIAL CONTAMINATION IN SNACK BARS AND ESTABLISHMENTS WITH DELIVERY SERVICE: AN INTEGRATIVE REVIEW

ABSTRACT: The study aimed to assess the incidence of microbiological contamination in snack bars and establishments with delivery services. The study is an integrative review where experimental studies carried out between 2014 and 2020 were analyzed. The search for the studies was carried out in the following databases: Google Scholar, Scientific Electronic Library Online (Scielo), PubMed and Literature Latin American and Caribbean Health Sciences (LILACS) and the descriptors were used: delivery, microbiological analysis, Foodborne Diseases (DTA), in addition to the English terms: foodborne, outbreak and food safety. As a result, outbreaks of Foodborne Diseases can be observed through the microbiological contamination of snacks by various pathogens, with Salmonella and Staphylococcus aureus standing out as the most recurrent and the occurrence of Burkholderia pseudomallei, a rare bacterium in Brazil. It can be observed that hygienic care must be taken from the reception of the raw material to the delivery of the food to the final consumer. The snack bars and establishments must follow the regulations of RDC n°216/2004 and the inspection by government agencies should be more frequent. It is of utmost importance the technical supervision of the nutritionist and the training and qualification of food handlers to offer safe food in good hygienic and sanitary conditions.
KEYWORDS: Food contamination; Health Surveillance; Foodborne Diseases.

1 | INTRODUÇÃO

As novas tendências de um mundo globalizado e informatizado oferta cada vez mais aos consumidores a facilidade e comodidade de receber serviços no conforto do seu lar. O termo *Delivery* é uma palavra de origem inglesa que passou a fazer parte do nosso vocabulário, sobretudo por volta dos anos 2000, focado principalmente nas entregas de comida via telefone (ABRASEL, 2020).

Segundo a Associação Brasileira de Bares e Restaurantes (ABRASEL, 2020), em 2019 o mercado de *delivery* nacional faturou cerca de R$ 15 bilhões, um aumento de 20% em relação ao ano anterior. Para 2020 a expectativa da Associação é registrar R$

18 bilhões, levando em consideração a crescente tendência de pedir comida via mobile (ABRASEL, 2020).

Os fatores que contribuem para a emergência dessas doenças vão desde o crescente aumento das populações até a maior exposição dessas a alimentos destinados ao pronto consumo coletivo, ou seja, *fast foods*, novas modalidades de produção e mudanças de hábitos alimentares. As DTA podem ser causadas por bactérias, vírus, parasitas, toxinas, príons, agrotóxicos, substâncias químicas e metais pesados (BRASIL, 2019).

As Boas Práticas para Serviços de Alimentação são regulamentadas pela Resolução n° 216/2004 que estabelece procedimentos afim de garantir as condições higiênico-sanitárias do alimento preparado. Para o Ministério da Saúde, a deficiência no controle de qualidade sanitária em qualquer uma das etapas da "cadeia alimentar" é um fator predisponente à ocorrência de casos ou surtos de DTA em uma comunidade (BRASIL, 2010).

Frente a um mundo tecnológico e à mudança nos padrões alimentares, a vigilância sanitária na área de alimentos é fundamental para se evitar a ocorrência de agravos à saúde coletiva por meio de alimentos contaminados. Diante disso, objetivou-se avaliar a incidência de contaminação microbiana em lanchonetes e estabelecimentos com serviço *delivery* por meio da elaboração de uma revisão integrativa.

METODOLOGIA

O estudo trata-se de uma revisão integrativa onde foram analisados os resultados de estudos experimentais e não experimentais, combinados com dados empíricos e teóricos a fim de responder: qual a incidência de contaminação microbiana em lanchonetes e estabelecimentos com serviço *delivery?* Segundo Souza, Silva e Carvalho (2010), a revisão integrativa é a mais ampla abordagem metodológica referente às revisões, permitindo uma compreensão completa do fenômeno analisado, no qual a amplitude dos resultados deve gerar um panorama consistente e compreensível de conceitos complexos, teorias ou problemas de saúde relevantes.

A busca dos estudos foi realizada nas seguintes bases de dados: Google Scholar, *Scientific Eletronic Library Online* (SciElo), PubMed e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). Efetuou-se a coleta dos dados no mês de agosto de 2020 utilizando-se como descritores: 'Delivery', 'Análise microbiológica', 'Doenças Transmitidas por Alimentos', além dos termos em inglês: 'Foodborne', 'Outbreak' e 'Food safety'. No rastreamento das publicações foi utilizado o operador booleano "AND", de modo a combinar os termos.

Após a pesquisa utilizando os descritores, os seguintes critérios de inclusão foram aplicados para se obter um melhor refinamento: pesquisa com análise microbiológica experimental e/ou epidemiológica, entre os anos de 2014 a 2020, lanchonetes e

estabelecimentos com serviço de *delivery* podendo ser de língua portuguesa ou inglesa. Os critérios de exclusão foram: revisões bibliográficas, teses, dissertações, anais de congressos e Trabalhos de Conclusão de Curso.

A seleção dos artigos se deu em três etapas. 1ª etapa: leitura dos títulos; 2º Etapa: leitura dos resumos; 3° Etapa: leitura na íntegra. Englobando todas as bases de dados utilizadas, inicialmente, foram encontrados 215 estudos, desse número 206 foram excluídos após a leitura dos títulos por não apresentarem informações referentes ao tema pesquisado. Na fase de leitura dos resumos, 2 artigos foram descartados por se tratar de uma revisão bibliográfica e anais de congresso e desta forma, não se encaixarem nos critérios de inclusão.

Na fase final foram selecionados 7 artigos que atenderam todos os critérios estabelecidos e seguiram para a leitura completa e posterior análise dos dados e extração dos resultados. Esse processo de seleção está expresso no fluxograma abaixo (Figura 1).

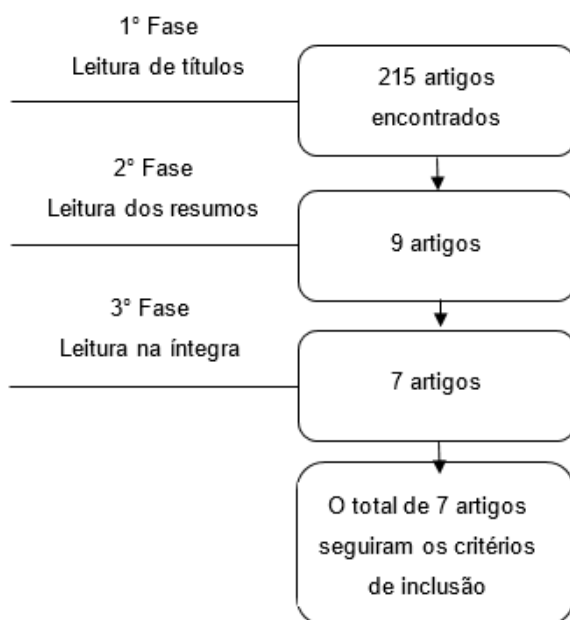



Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos artigos publicados sobre contaminação microbiológica em lanchonetes e estabelecimentos com serviço de delivery.

Fonte: Autores, 2021.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do levantamento bibliográfico foram selecionados 7 estudos que atenderam aos critérios de inclusão previamente estabelecidos. Estes **são relacionados às** contaminações microbiológicas em refeições produzidas por lanchonetes e estabelecimentos que possuem serviço de delivery.

Na tabela 1 estão apresentados os agentes etiológicos mais recorrentes de acordo com os estudos analisados, destacando-se *Salmonella* spp. e *Staphylococcus aureus.*

Objeto analisado	N° de estudos	Agente etiológico
Intoxicação estafilocócica	2	*Staphylococcus aureus*
Botulismo	1	*Clostridium Botulinum*
Listeriose	1	*Listeria monocytogenes*
Gastroenterite	1	*Norovírus*
Salmonelose	3	*Salmonella* spp.
Intoxicação fúngica	1	Bolores e leveduras
Gastroenterite		Coliformes

Tabela 1. Agentes etiológicos encontrados nos artigos analisados.

Fonte: Autores, 2021.

Staphylococcus aureus

As bactérias *Staphylococcus aureus* são cocos gram-positivos, pertencem à família *Micrococcaceae* e são anaeróbias facultativas, porém apresentam um melhor crescimento sob condições com oxigênio. Temperaturas ambiente são ótimas para o crescimento dessa espécie já que são bactérias mesófilas, ou seja, temperatura moderada entre 7°C a 47,8°C facilitam sua proliferação e temperaturas na faixa de 10°C a 46°C há a produção de suas enterotoxinas (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

A RDC n°216/2004 dispõe sobre as boas práticas em serviços de alimentação e em seu corpo textual traz que “Os manipuladores não devem fumar, falar desnecessariamente, cantar, assobiar, espirrar, cuspir, tossir, comer, manipular dinheiro ou praticar outros atos que possam contaminar o alimento, durante o desempenho das atividades” (BRASIL, 2004).

De acordo com dados do Ministério da Saúde, 9,4% dos surtos de DTA ocorridos no Brasil em 2018 foram responsáveis por *Staphylococcus aureus*, ocupando o terceiro lugar na distribuição dos agentes etiológicos mais identificados (BRASIL, 2019).

No estudo de Wei et al. (2014) os resultados apresentaram amostras contaminadas por quatro patógenos diferentes, destacando-se o *S. aureus* presente em 100% das amostras, porém nenhuma das amostras isoladas dos lanches produziram enterotoxinas. Os autores falam que a presença de *S. aureus* demonstra uma severa limitação nas práticas de higiene durante a produção do sanduíche. Esse fato pode estar relacionado a lesões cutâneas nos manipuladores, água ou até mesmo contaminação por gotículas através da fala durante a preparação do lanche.

No estudo produzido por Alencar et al. (2020), cepas de *S. aureus* foram encontradas em caixas utilizadas para entrega de lanches por *delivery.* Os autores coletaram três

amostras de *swab* da parte interna de três mochilas utilizadas para o serviço de transporte. A técnica de coloração Gram foi utilizada e como resultado encontraram-se bacilos, cocos e diplococos gram-positivos. Tais microrganismos correspondem a *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium botulinum*. Em casos de contaminação, a gastroenterite estafilocócica pode aparecer até 30 minutos após a ingestão do alimento e é muito comum em produtos lácteos e cárneos. Os autores relatam que os principais sintomas envolvidos na intoxicação por *S.aureus* são náuseas, vômitos, dores abdominais, diarreia, entre outros. Esses sintomas estão relacionados às ações que as enterotoxinas apresentam no organismo, tais como ação emética, ação diarreica, enterite e estímulo das células T (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Zhang et al. (2019) investigaram um surto alimentar causado por bactérias patogênicas em um serviço onde o alimento é pedido online e entregue por companhias *delivery.* Os autores iniciaram a pesquisa com uma investigação epidemiológica e analisaram as comidas de quatro companhias, onde um total de 28 pacientes tiveram sintomas gastrointestinais relacionados aos itens das companhias A e B.

Na fase de investigação laboratorial foram coletadas algumas amostras, entre elas uma amostra de fezes de 12 pacientes, 9 amostras do ambiente de processamento do alimento, 1 *swab* retal de cada um dos 8 manipuladores de alimentos e 1 amostra de cada uma das 6 sobras de alimentos das companhias A e B. Os resultados mostraram que as comidas foram produzidas em altas temperaturas (> 100°C), o que dificultaria o crescimento microbiano, porém foram empacotadas por manipuladores o que, segundo os autores, representa uma via potencial de contaminação cruzada. Das amostras coletadas, em seis foram encontradas *S. aureus*, sendo uma em um paciente, uma em um manipulador de alimentos e 4 nas sobras de alimentos. Além disso, foi encontrada a presença de enterotoxina A nas seis amostras, sendo a causa mais comum de intoxicação estafilocócica e provavelmente foi a causa do surto alimentar.

Clostridium Botulinum

As bactérias pertencentes a esse gênero possuem características físicas de bacilos, são anaeróbios estritos e formadores de esporos. A intoxicação alimentar por *Clostridium botulinum* causa uma doença chama Botulismo e acontece através da ingestão das toxinas pré-formadas produzidas pelas bactérias (GAVA, 2008). As toxinas A, B, E e F são as causadoras da doença nos seres humanos. O período de incubação da doença varia de 12 a 36 horas e os sintomas vão de náuseas, diarreia e vômitos até problemas visuais e no sistema nervoso (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Alimentos enlatados, embalados e em conserva que não sofreram o tratamento térmico adequado promovem condições favoráveis para a germinação dos esporos de *C. botulinum*. Segundo Cereser *et al.* (2008), esses esporos podem tolerar temperaturas de 100°C por

horas, sendo necessário que os alimentos sejam aquecidos a 120°C por 30 minutos.

No estudo de Alencar *et al.* (2020) cepas de *Clostridium botulinum* foram encontradas em caixas de entrega por *delivery*, o que sugere uma falha no processamento térmico dos alimentos ou manipulação inadequada.

Listeria monocytogenes

São bactérias gram-positivas, não formadora de esporos, com crescimento facultativo em meios anaeróbios, móvel à temperatura de 25°C e tolerante a NaCl (SILVA, 2016). A listeriose é a doença causada por esse agente etiológico e tem como principais sintomas febre alta, tremores, rigidez no pescoço, náuseas e dores de cabeça graves. Amajoud e colaboradores (2018) destacam ainda o risco de aborto e infecção neonatal com alta letalidade (20-30%). Ainda em acordo com os mesmos autores supracitados (Amajoud *et al*. 2018), eles identificaram que as carnes bovinas (2,71%) e pastéis (3,09%) apresentaram o maior número de *L. monocytogenes*, levando em consideração que esses alimentos estão constantemente presentes em lanches, deve-se elevar o cuidado para evitar a contaminação pela bactéria em todas as fases de processamento.

A *L. monocytogenes* pode resistir a desinfectantes, forma biofilmes e sobrevive ou se multiplica sob características físico-químicas extremas, ambientes secos, diferentes temperaturas, ampla faixa de pH e altas concentrações de sal (AMAJOUD *et al*., 2018).

Dados do perfil epidemiológico do Ministério da Saúde mostram alimentos da categoria de leite e derivados com 7,8% de incidência nos surtos de DTA, carne bovina aparece com 5,3% e carne de aves com 3,5% (BRASIL, 2019).

Norovírus

Os norovírus podem ser subdivididos em cinco grupos (GI, GII, GIII, GIV e GV), sendo os genogrupos GI, GII e GIV encontrados em humanos. são a maior causa de gastroenterite humana não bacteriana de origem alimentar em todo o mundo. Esses vírions são estáveis em ácido, sendo capazes de sobreviver à passagem pelo ambiente estomacal e sua transmissão pode ocorrer pessoa a pessoa, via fecal-oral ou ainda por vias aéreas. Os sintomas clínicos caracterizam-se por vômitos, dor abdominal, diarreia branda e não sanguinolenta (MORILLO; TIMENETSKY, 2011).

O perfil epidemiológico do Ministério da Saúde identificou que o Norovírus foi responsável por 3,9% dos surtos de DTA no Brasil entre os anos de 2009 a 2018. Apenas no ano de 2018, dentre os agentes etiológicos identificados como únicos responsáveis pelos surtos, o Norovírus esteve presente em 25% dos casos (BRASIL, 2019).

O estudo de Lu *et al.* (2020) relatou um surto de Norovírus associado a comidas *delivery* pedidas por estudantes de uma escola na China e de acordo com a investigação epidemiológica realizada pelos pesquisadores, 157 casos foram definidos como prováveis e

20 foram confirmados testando positivo para Norovírus.

Os autores coletaram amostras *swab* retal dos empregados e do ambiente onde foram ofertados os lanches *delivery* para os estudantes. Como resultado da análise, 5,92% das amostras retais foram positivas para Norovírus e 2 de 11 amostras coletadas do ambiente de manipulação também testaram positivo. Uma análise filogenética indicou que o Norovírus detectado fazia parte do genogrupo GII.3 e segundo os autores, esse grupo é mais associado a transmissão alimentar nos levando à teoria de que possuem maior estabilidade na superfície dos alimentos.

A RDC n° 2016/2004 recomenda que os manipuladores de alimentos devem lavar as mãos após qualquer interrupção do serviço, indo de encontro ao que falam Morillo e Timenetsky (2011) que argumentam que para evitar transmissões secundárias do Norovírus é necessária a prevenção de contaminação alimentar através da lavagem das mãos e uso de luvas para o preparo dos alimentos.

Salmonella

A Salmonella é um gênero de bactérias gram-negativa pertencente à família Enterobacteriaceae, são bacilos não produtores de esporos e tem como habitat o trato gastrointestinal de animais. As doenças mais comuns causadas por essas bactérias são a salmonelose, febre tifóide (*Salmonella typhi*) e febres entéricas (*Salmonella paratyphi* A, B e C) (MORAES *et al*., 2017).

O Ministério da Saúde em seu informe sobre os surtos de DTA (Doenças Transmitidas por Alimentos) registrou que a *Salmonella* spp. foi o segundo agente etiológico mais presente nos casos entre os anos de 2009 a 2018, com 11,3% de notificações. Apenas no ano de 2018 o perfil epidemiológico identificou que 23,4% dos surtos foram responsáveis por alimentos mistos, cuja composição possui mais de um grupo alimentar (BRASIL, 2019).

O estudo produzido por Moraes *et al*. (2017) avaliou 12 amostras, sendo dois "X-salada" e dois sachês de maionese não industrial por estabelecimento, sendo um total de 3 lanchonetes (A, B e C). Além disso, também foram avaliadas as condições da entrega por *delivery* desses lanches como tempo, pH e temperatura. As amostras foram produzidas por três lanchonetes diferentes e foram analisadas, visto que esses alimentos possuem ingredientes de origem animal que facilitam a ocorrência de contaminação por *Salmonella*, caso os manipuladores não adotem os cuidados necessários. Os autores verificaram que o pH e a temperatura encontrados na entrega dos lanches favoreciam a multiplicação de *Salmonella.*

Ao final da análise, os autores encontraram resultados negativos para *Salmonella spp*., porém as provas indicaram a presença, em todas as 12 amostras, de uma bactéria rara, a *Burkholderia pseudomallei*. Segundo Tortora, Funke e Case (2010), a *Burkholderia pseudomallei* é uma bactéria que reside em solos úmidos e a principal causa de uma doença

grave, a Melioidose. O Guia de Vigilância da Melioidose fala que essa doença é potencialmente letal e que a bactéria gram-negativa também está presente em águas contaminadas e apesar dos casos serem mais frequentes no continente asiático, um surto foi identificado no Nordeste brasileiro ocasionando 3 óbitos.

No estudo de Wei et al. (2014), um grande surto de Samonelose foi associado a sanduíches comprados de forma *online* e entregue aos clientes na província chinesa de Taiwan. Os autores fizeram uma investigação epidemiológica através da aplicação de questionários que indicou que apenas aqueles consumidores que ingeriram os sanduíches preparados entre seis e sete de julho de 2010 ficaram doentes. Os principais sintomas relatados pelos consumidores foram diarreia, dor abdominal, febre, dores de cabeça e vômitos.

Um total de oito sanduíches selados foram obtidos para serem examinados e meios seletivos foram utilizados para isolar diversos patógenos, dentre eles a *Salmonella spp*. Também foram coletadas amostras *swab* retal, nasal e de mão de 20 manipuladores de alimentos que trabalhavam no estabelecimento, além de *swab* do ambiente em que os sanduíches foram produzidos. Das 27 amostras analisadas dos pacientes, em 21 foram isoladas *Salmonella* spp. Os autores concluíram que o ovo presente na maionese pode ter sido o provável veículo de *Samonella* e ainda destacaram a possibilidade de uma contaminação cruzada dos utensílios com os ovos, como também, o tempo em temperatura inapropriada pode ter sido um fator determinante para o crescimento dos patógenos, levando em consideração que, como os pacotes de sanduíches poderiam ser entregues em qualquer lugar do país, passou por um longo processo até chegar ao consumidor final.

Bolores e leveduras

Os bolores e leveduras pertencem ao grupo dos fungos e para que se desenvolvam nos alimentos necessitam de condições favoráveis, sendo menos exigentes quando comparados às bactérias. De acordo com Franco e Landgraf (2008), os bolores em sua maioria são aeróbios, ou seja, seu crescimento é aumentado em superfícies em contato com o ar, além disso, em relação à pH, umidade, temperatura e nutrientes são menos exigentes que bactérias e leveduras. As leveduras requerem ainda menos umidade que a maioria das bactérias, sua temperatura ótima de crescimento varia entre 25°C a 30°C e são favorecidas por pH ácido.

No estudo de Santana, Vieira e Pinto (2015), bolores e leveduras estavam presentes em 61% das amostras, sendo a causa relacionada à falta de sanitização ou falha de armazenamento. A RDC n° 216/2004 recomenda que as edificações devem possuir ventilação que garanta a renovação do ar e a manutenção do ambiente livre de fungos, gases, fumaça, pós, dentre outros, que possam comprometer a qualidade higiênico-sanitária do alimento.

Escherichia Coli

São bacilos gram-negativos da família *Enterobacteriaceae,* não formadores de esporos, termotolerantes e capazes de fermentar glicose e lactose. De acordo com Franco e Landgraf (2005), a presença de *E. coli* em um alimento pode significar uma contaminação de origem fecal, logo o ambiente de manipulação apresenta condições higiênico-sanitárias em desacordo com a legislação.

Dados epidemiológicos registrados pelo Ministério da Saúde reportaram que a *E. coli* foi o maior causador de surtos de DTA no Brasil entre 2009 a 2018, sendo responsável por 23,4% dos casos (BRASIL, 2019).

Segundo Franco e Landgraf (2008), existem cinco linhagens patogênicas de *E. coli* para o homem, são elas: EPEC (*E. coli* enteropatogênica clássica), EIEC (*E. coli* enteroinvasora), ETEC (*E. coli* enterotoxigênica), EHEC (*E.coli* enterro-hemorrágica) e EAggEC (*E. coli* enteroagregativa).

O limite aceitável de *E.coli* de acordo com a RDC n°12/2001 é de 10^2 (UFC/g). Em uma análise microbiológica de sanduíches realizada por Santana, Vieira e Pinto (2015), detectaram-se essa espécie bacteriana em quantidades impróprias para o consumo, ultrapassando o limite preconizado pela resolução, apresentando um intervalo de $<10^1$ a $1,7 \times 10^2$.

Os autores avaliaram seis estabelecimentos que forneciam os lanches do tipo hambúrguer por meio da análise de três amostras de cada um, totalizando 18 amostras. Desse número, 67% estavam em desacordo com o padrão estabelecido pelos pesquisadores para coliformes totais, sugerindo uma falha nas práticas de higienização e manipulação. No que se refere à *E. coli*, houve a ocorrência de uma amostra em desacordo com o preconizado em um dos estabelecimentos.

Wei *et l.* (2014) também encontraram *E. coli* enterotoxigênica em uma amostra do seu estudo (Tabela 4). Segundo Franco e Landgraf (2008), cepas de ETEC são capazes de produzir enterotoxinas e sua presença é caracterizada por diarreia aquosa, febre baixa, dores abdominais e náuseas. Alguns desses sintomas foram relatados pelos consumidores no estudo de Wei *et al.* (2014) durante a condução da investigação epidemiológica, onde os mais comuns foram diarreia (89,2%), dor abdominal (69,8%) e febre (47,5%).

2 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande demanda por alimentos prontos e entregues por *delivery* trouxe à tona inimigos que não estão visíveis a olho nu, mas que são causa de alerta às autoridades de saúde pública e coletiva em todo o mundo. Conforme apresentado no trabalho, esse tipo de serviço tem o potencial de distribuir esses contaminantes para diversas localidades, podendo ocorrer surtos de origem alimentar.

O Processamento térmico inadequado, longos períodos para entrega dos lanches,

falha na refrigeração dos alimentos e manipuladores sem o devido treinamento foram os principais problemas encontrados pelos autores que analisaram os surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA).

Os Procedimentos Operacionais Padrão (POP), Manuais de Boas Práticas e o sistema de Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APPCC) são ferramentas fundamentais que poderão guiar os profissionais nos serviços de alimentação com objetivo de se alcançar um fluxo de produção padrão e um maior controle na prevenção dos riscos à qualidade sanitária dos alimentos.

Dessa forma, é de suma importância a fiscalização dos órgãos governamentais, a supervisão técnica do profissional nutricionista, bem como o treinamento e capacitação dos manipuladores de alimentos para que se oferte um alimento seguro e em boas condições higiênico-sanitárias.

REFERÊNCIAS

ABRASEL (2020). **Do celular à mesa: como os apps delivery transformam o mercado de bares e restaurantes**. Disponível em: https://abrasel.com.br/noticias/noticias/do-celular-a-mesa-como-os-apps-de-delivery-transformam-o-mercado-de-bares-e-restaurantes/#:~:text=Em%202019%2C%20o%20mercado%20de,%C3%A9%20registrar%20R%2418%20bilh%C3%B5es.&text=%E2%80%9CO%20delivery%20n%C3%A3o%20substitui%20a,preparo%20dos%20alimentos%20em%20casa. Acesso em: 18 ago. 2021.

ALENCAR, A. P. et al. Detecção de microrganismos em caixas de delivery à luz da coloração Gram. Brazilian Journal of health Review, v. 3, n. 3, p.4890-4899, 2020.

AMAJOUD, N. *et al*. Prevalence of Listeria spp. and characterization of Listeria monocytogenes isolated from food products in Tetouan, Morocco. **Food Control**, [*S. l.*], v. 84, p. 436-441, 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 set. 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos**. Brasília, DF: Editora do Ministério da Saúde, 2010. 158 p. (Série A, Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Coordenação Geral de Doenças Transmissíveis. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil - Informe 2018**. Fevereiro de 2019. Disponível em: https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/15/Apresenta----o-Surtos-DTA---Fevereiro-2019.pdf. Acesso em: 18 ago. 2021.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAFF, M. **Microbiologia dos alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2008.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos**: princípios e aplicações. São Paulo: Nobel, 2008.

LU, Y. et al. An outbreak of norovirus-related acute gastroenteritis associated with delivery food in Guangzhou, southern China. **BMC Public Health**, v. 20, n. 25, p. 1-7, 2020.

MORAES, A. R. Pesquisa de risco de contaminação por Salmonella em maionese e hambúrgueres não industriais do Bairro Bela Vista Gaspar/SC detecta *Burkholderia pseudomallei.* **Scientia prima**, v. 5, n. 5, p. 19-23, 2017.

MORILLO, S. G.; TIMENETSKY, M. C. S. Norovírus: uma visão geral. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 57, n. 4, p. 462-467, 2011.

SANTANA, F. A.; VIEIRA, M. C.; PINTO, U. M. Qualidade microbiológica de sanduíches de estabelecimentos com serviço tipo *delivery*. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 74, n. 2, p.156-161, 2015.

SILVA, H. R. *et al*. Listeriose: uma doença de origem alimentar pouco conhecida no Brasil. **Higiene Alimentar**, v. 30, n. 262/263, p. 17-20, 2016.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer? **Einstein**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, CL. **Microbiologia**. 10. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010.

WEI, S.H. et al. A large outbreak of salmonellosis associated with sandwiches contaminated with multiple bacterial pathogens purchased via an online shopping service. **Foodborne Pathog Dis**, v. 11, n. 3, p. 230-233, 2014.

ZHANG, H. et al. Characterization of an Unusual Foodborne Illness Including an Outbreak and Sporadic Illness Caused by Three Bacterial Pathogens Via a Takeaway Service. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 16, n. 9, 2019.

CAPÍTULO 20

PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DE SEGURANÇA DOS ALIMENTOS PARA UNIDADES PRODUTORAS DE REFEIÇÕES

Data de aceite: 01/10/2021
Data de submissão: 17/09/2021

Erika da Silva Sabino Teles
Faculdade Metropolitana de Manaus (FAMETRO)
Manaus- Amazonas
http://lattes.cnpq.br/0353568455077729

Francisca Marta Nascimento de Oliveira Freitas
Doutora em Biotecnologia - Docente do Centro Universitário
Faculdade Metropolitana de Manaus (FAMETRO)
Manaus- Amazonas
http://lattes.cnpq.br/9190254143807049

José Carlos de Sales Ferreira
Mestre em Ciências do Alimento - Docente do Centro Universitário - FAMETRO
Manaus- Amazonas
http://lattes.cnpq.br/0667728873845021

RESUMO: As Unidades Produtoras de Refeições (UPR) são essenciais e cada vez mais importantes no sistema de alimentação, são caracterizadas como unidades de trabalho ou um órgão de uma empresa que desempenha atividades de produção de alimentos para coletividades, como restaurantes, escolas e hospitais, que dispõem um conjunto de setores, organizados e definidos que fornecem refeições. O objetivo geral do trabalho foi descrever os procedimentos técnicos de segurança dos alimentos para Unidades Produtoras de Refeições. O estudou trata-se de um estudo bibliográfico, tipo revisão integrativa de literatura (RIL), entre os anos de 2015 e 2020. Para a oferta de uma alimentação segura, é importante a realização do monitoramento do processo produtivo de refeições, a fim de evitar a ocorrência de situações que influenciem diretamente na qualidade sanitária dos alimentos, como contaminação cruzada, higienização incorreta de alimentos e do ambiente, higiene inadequada e conduta pessoal de manipuladores, conservação imprópria de alimentos e utilização de sobras armazenadas incorretamente. Sendo assim, as boas práticas de manipulação se tornam essenciais, pois constituem procedimentos padronizados que todos os serviços de alimentação devem adotar para garantir a qualidade e a segurança dos alimentos oferecidos aos consumidores. Conclui-se que foi possível destacar diversas falhas higiênico-sanitárias que acontecem diariamente nos estabelecimentos, o que compromete a qualidade da matéria-prima ou preparações, podendo causar danos à saúde do consumidor. Além disso verificou-se diversas necessidades de adequação, tanto na estrutura física, quanto na determinação de rotinas e processos envolvidos na produção de alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Higiene dos alimentos. Organização e Administração. Segurança Alimentar. Serviços de Alimentação.

TECHNICAL PROCEDURES FOR FOOD SAFETY FOR FOOD PRODUCING UNITS

ABSTRACT: The Food Producing Units (UPR) are essential and increasingly important in the

food system, are characterized as work units or an organ of a company that performs food production activities for collectivities, such as restaurants, schools and hospitals, which have a set of sectors, organized and defined that provide meals. The general objective of this study was to describe the technical procedures of food safety for Food Producing Units. The study is a bibliographic study, type integrative literature review (RIL), between 2015 and 2020. For the provision of safe food, it is important to monitor the production process of meals, in order to avoid the occurrence of situations that directly influence the sanitary quality of food, such as cross-contamination, incorrect hygiene of food and the environment, inadequate hygiene and personal conduct of handlers, improper preservation of food and use of leftovers stored incorrectly. Therefore, good handling practices become essential, as they constitute standardized procedures that all food services must adopt to ensure the quality and safety of food offered to consumers. It was concluded that it was possible to highlight several hygienic and sanitary failures that occur daily in the establishments, which compromises the quality of the raw material or preparations, which can cause damage to the health of the consumer. In addition, there were several adequacy needs, both in the physical structure and in the determination of routines and processes involved in food production.
KEYWORDS: Food hygiene. Organization and Administration. Food Security. Food Services.

1 | INTRODUÇÃO

As Unidades Produtoras de Refeições (UPR) são essenciais e cada vez mais importantes no sistema de alimentação, são caracterizadas como unidades de trabalho ou um órgão de uma empresa que desempenha atividades de produção de alimentos para coletividades, como restaurantes, escolas e hospitais, por exemplo, que dispõem um conjunto de setores, organizados e definidos que fornecem refeições (SOUSA et al., 2020).

A finalidade desses locais é administrar a produção de refeições equilibradas em nutrientes, com bom padrão higiênico-sanitário, que possam colaborar para manter ou recuperar a saúde dos indivíduos e estimular hábitos alimentares saudáveis. Além da preocupação com o alimento ofertado, as UPRs devem atuar no que se refere à sustentabilidade, pois podem causar grande impacto ambiental (FRANÇA; SPINELLI; MORIMOTO, 2019).

Apesar da importância das UPR na oferta de uma alimentação de qualidade, nestas podem ocorrer contaminações dos alimentos e utensílios, decorrente da manipulação inadequada, más condições de higiene, água de abastecimento contaminada, uso incorreto do binômio tempo temperatura, tipo e forma de armazenamento, conservação dos alimentos e da matéria-prima, além da falta de adequação e conservação da estrutura física dos estabelecimentos, podendo ocasionar surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (RIBEIRO et al., 2017).

Para evitar as doenças de origem alimentar os alimentos devem ser preparados de modo a garantir segurança do consumidor, adotando medidas de prevenção e controle em todas as etapas da cadeia produtiva. Nesse sentido, o controle higiênico-sanitário dos alimentos constitui um fator preponderante para prevenção das DTAs (PEDERSETTI, 2016).

As práticas alimentares dos indivíduos que se alimentam fora do domicílio se moldam conforme a relação construída com o lugar e tipo de alimento que é consumido. Os que precisam fazer isso com frequência mostram preocupação com a qualidade do serviço de alimentação, levando em conta como a refeição é preparada, ou tipo de ingredientes que são utilizados, se há alguma forma de fiscalização e controle, entre outras questões (MAZZIERO et al., 2018).

A padronização dos processos e implantação de boas práticas de fabricação nas atividades desenvolvidas na UPR é importante para um resultado mais produtivo e de qualidade O procedimento de inspeção sanitária de alimentos é um recurso viável, sistematizado, objetivo e útil para a prática da supervisão das boas práticas de fabricação de alimentos (SANTOS; CALI; TENÓRIO, 2016).

Contudo isso, a qualidade higiênico-sanitária dos alimentos pode ser alcançada por meio de programas de capacitação de manipuladores com treinamentos específicos, sendo este um dos pré-requisitos para que não ocorra contaminação dos alimentos, já que, frequentemente, ela está associada à falta de conhecimento ou à negligência (BASSANI; RIELLA; ANTUNES, 2015).

Nesse contexto, os nutricionistas gestores de Unidades Produtoras de Refeições (UPRs) devem sempre planejar, organizar, dirigir, supervisionar e avaliar os serviços de alimentação e nutrição e proporcionar aos funcionários aperfeiçoamento técnico, científico e cultural, também, auxiliá-los em suas funções para juntos, satisfazerem os usuários com o serviço oferecido (MELLO et al., 2015).

Cabe ao nutricionista preocupar-se com a prevenção de doenças e a promoção da saúde através de ações cotidianas como a elaboração de cardápio possam atender todas as exigências nutricionais, técnicas administrativas e operacionais a fim de satisfazer a grande diversidade de preferências e paladares presente em um UPR (ARGENTIN, 2020).

Considerando a necessidade da produção segura das refeições produzidas pelas UPR, torna-se imprescindível a adoção de um controle de qualidade higiênico-sanitário e nutricional envolvendo todo o processamento do alimento. Os procedimentos na UPR deverão ser revigorados com medidas simples e eficazes, que preferencialmente, devem ser planejadas e supervisionadas, destacando assim, a importância de profissionais devidamente capacitados no processo de construção direcionado a segurança alimentar.

Métodos de segurança com as que serão apontadas neste trabalho poderão contribuir para redução do desperdício e diminuir o prejuízo financeiro gerado nas Unidades Produtoras de Refeições e ainda favorecer uma alimentação segura e saborosa aos indivíduos, além disso melhoras significativas na qualidade higiênico-sanitárias, sendo possível verificar diversas necessidades de adequação, tanto na estrutura física, quanto na determinação de rotinas e processos envolvidos na produção de alimentos.

O objetivo geral do estudo foi descrever os procedimentos técnicos de segurança dos alimentos para unidades produtoras de refeições. Com os seguintes objetivos específicos:

descrever os sistemas e/ou atividades adotados pelas Unidades Produtoras de Refeições; caracterizar o sistema de Boas Práticas durante a produção de refeições; destacar a importância da higiene sanitária na gestão dos alimentos.

2 | METODOLOGIA

Trata-se de um estudo bibliográfico, tipo revisão integrativa de literatura (RIL), que tem a intenção de investigar artigos científicos sobre os procedimentos técnicos de segurança dos alimentos para unidades produtoras de refeições, entre os anos de 2015 e 2020.

Buscaram-se publicações indexadas na Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) em três bases de dados: Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS); Medical Literature Analysis and Retriveal System Online (MEDLINE) e Scientific Eletronic Library Online (SCIELO). Utilizaram-se para a busca, os seguintes Descritores: “higiene dos alimentos”; “organização e administração”; “segurança alimentar”; “serviços de alimentação”.

Adotaram-se como critérios de inclusão: artigos científicos completos; publicados entre os anos de 2015 e 2020 e em idiomas como português, inglês e espanhol.

Entre os critérios de exclusão: artigos científicos repetidos e incompletos; dissertações, resumos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Atividades adotadas pelas Unidades Produtoras de Refeições

O termo UPR (Unidades Produtoras de Refeições) vem sendo utilizado mais recentemente para designar todos os estabelecimentos integrantes do segmento da alimentação fora do lar, sejam eles comerciais ou coletivos. Basicamente, o que diferencia as UPRs comerciais das coletivas é o grau de fidelidade do cliente ao serviço associado da UPR, deve ainda aproximar-se, ou igualar-se, aos objetivos da UAN (ZANETIN; FATEL, 2017).

Almeida; Santana e Menezes (2015), definiram que as UPRs são unidades que pertencem ao setor de alimentação coletiva, cuja finalidade é administrar a produção de refeições nutricionalmente equilibradas com bom padrão higiênico-sanitário para consumo fora do lar, que possam contribuir para manter ou recuperar a saúde de coletividades, e ainda, auxiliar no desenvolvimento de hábitos alimentares saudáveis.

As UPR devem conquistar os seus consumidores, pois os mesmos não apresentam obrigatoriedade de consumir na unidade. Essas unidades abarcam desde as distintas modalidades de restaurantes comerciais, os serviços de hotelaria, as lanchonetes e unidades de fast-food, bem como as outras modalidades de serviço de refeições, incluindo os ambulantes em diversos níveis (SANTOS et al., 2015).

No que diz Menezes; Santana e Nascimento (2018), entendeu-se que a UPR deve

estar em uma constante busca para melhor atender seu público por meio de um serviço de qualidade. Para isso se faz necessário um planejamento eficiente que permita o controle dos procedimentos executados na unidade a fim de padronizar e qualificar os processos na produção das refeições.

As Unidades Produtoras de Refeições desempenham papel importante tanto na economia, como também na Saúde Pública, à medida que afetam o estado nutricional e o bem-estar da população por meio da qualidade do alimento que produzem. Sendo assim, os responsáveis neste âmbito, devem preocupar-se com todos os fatores que podem interferir na qualidade do alimento produzido, dos equipamentos, do armazenamento, do processo de produção em si, até a distribuição e o consumo desse alimento (DIAS; OLIVEIRA, 2016).

No que diz Brandão et al. (2020), para a oferta de uma alimentação segura, é importante a realização do monitoramento do processo produtivo de refeições, a fim de evitar a ocorrência de situações que influenciem diretamente na qualidade sanitária dos alimentos, como contaminação cruzada, higienização incorreta de alimentos e do ambiente, higiene inadequada e conduta pessoal de manipuladores, conservação imprópria de alimentos e utilização de sobras armazenadas incorretamente; comprometendo as condições higiênico-sanitárias das UPR.

Contudo, diante da grande incidência de doenças veiculadas por alimento e o aumento significativo de refeições realizadas fora de casa, torna-se extremamente importante que UPRs adotem um rigoroso controle higiênico-sanitário para não causar danos à saúde dos consumidores (OLIVEIRA et al., 2016).

3.2 Sistema de Boas Práticas durante a produção de refeições

Visando o controle higiênico-sanitário dos alimentos e a saúde dos indivíduos, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária publicou em 2004, a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n.º 216, que dispõe sobre os requisitos necessários para a implementação das Boas Práticas em Serviços de Alimentação. Esse é considerado um programa de segurança dos alimentos, que consiste na adequação das melhorias estruturais, pessoais, operacionais e documentais da empresa, visando garantir as condições higiênico-sanitárias do alimento preparado (SERAFIM et al., 2015).

A fiscalização realizada pela ANVISA nas áreas alimentares, ocorrem por meio das Boas Práticas de Fabricação (BPF), que consistem em requisitos relacionados a: instalações, equipamentos e utensílios, formas de controle de qualidade, tecnologia da produção, procedimentos de desinfecção, controles de roedores e pragas, armazenamento, transporte, comercialização de produtos e a saúde do colaborador (TIBONI, 2017).

O Manual de Boas Práticas deve ser elaborado pelo nutricionista, contendo todos os procedimentos para as diferentes etapas de produção de alimentos e refeições, prestação de serviço de nutrição, registro das especificações dos padrões de identidade e qualidade adotados pelo serviço, devendo seu cumprimento ser supervisionado pelo nutricionista

(LOPES et al., 2016).

Para assegurar uma alimentação de qualidade é importante destacar o armazenamento, o preparo, a distribuição e a manipulação dos alimentos. Sendo assim, as boas práticas de manipulação se tornam essenciais, pois constituem procedimentos padronizados, em que todos os serviços de alimentação devem adotar para garantir a qualidade e a segurança dos alimentos oferecidos aos consumidores (NUNES; ADAMI; FASSINA, 2017).

Em concordância Ferreira e Moraes (2017), ressaltam a implantação das Boas Práticas como alternativa para alcançar um padrão de qualidade e garantir a saúde do consumidor, haja vista que, a BP abrange desde a recepção da matéria-prima até o produto final. Para implantar as Boas Práticas, primeiramente, devem-se avaliar as não conformidades, e isso pode ser feito por meio de uma lista de verificação, nisso, através desta realiza-se então as devidas intervenções.

Assim, a lista de verificação de boas práticas constitui um instrumento que permite fazer uma análise das condições higiênico-sanitárias de um serviço de produção de refeições. A avaliação inicial possibilita identificar não conformidades e, a partir das análises, propor medidas para adequação das condições de preparo dos alimentos, evitando os surtos alimentares (LENZ et al., 2019).

O controle das condições higiênicos-sanitárias constitui um ponto crítico, visto que as contaminações podem ocorrer em diferentes etapas do preparo do alimento. A adaptação da edificação e instalações é um fator importante na implantação das boas práticas nas diversas fases de manipulação e do preparo das refeições, pois devem ser projetadas de forma a possibilitar um fluxo ordenado e sem cruzamentos em todas as etapas do processamento (COSTA et al., 2020).

As áreas de preparação de alimentos devem ser higienizadas quantas vezes forem necessárias e imediatamente após o término do trabalho. Os equipamentos, móveis e utensílios devem ser mantidos em adequado estado de conservação, bem como resistentes à corrosão e a repetidas operações de limpeza e desinfecção. As superfícies dos equipamentos, móveis e utensílios utilizados na preparação, embalagem, armazenamento, transporte, distribuição e exposição à venda dos alimentos devem ser lisas, impermeáveis, laváveis e estar isentas de rugosidades, frestas e outras imperfeições (SCHERRER; MARCON, 2016).

Segundo Pereira et al. (2019), existem problemas na implantação das Boas Práticas, devido à ausência de documentação e registros, falta de condições estruturais e instalações adequadas, falta de capacitação dos manipuladores, número reduzido de manipuladores de alimentos e limitações de tempo de preparo das refeições nas unidades.

A implementação de ações para assegurar a qualidade higiênico-sanitária dos alimentos, com o manual de Boas Práticas, exige comprometimento e envolvimento de todos os indivíduos envolvidos ao processo produtivo, para garantir, assim, a segurança de quem consome as refeições. Para isso, todas as pessoas que estejam interligadas à

produção de alimentos devem ser adequadamente treinadas em conceitos de higiene e boas práticas de manipulação (HAACK et al., 2016).

Blanger (2017), observaram que a educação e treinamento dos manipuladores são limitantes para a prevenção maioria das doenças veiculadas aos alimentos, indicando a necessidade de manutenção periódica de capacitação dos funcionários na área de Boas Práticas de Manipulação de alimentos.

Assim, a segurança alimentar em estabelecimentos que manipulam alimentos visa garantir uma adequada condição higiênico-sanitária dos produtos elaborados, sem oferecer riscos à saúde do consumidor, sob condições previstas pela legislação vigente. As boas práticas de higiene e manipulação e a educação continuada dos manipuladores de alimentos contribuem para a redução da incidência de DTAs no ambiente (BOAVENTURA et al., 2017).

3.3 Importância da higiene sanitária na gestão dos alimentos

No intuito de melhorar as condições higiênico-sanitárias que envolvem a preparação de alimentos e adequar as ações da vigilância sanitária, o Ministério da Saúde publicou a Portaria Nº 1428, de 26 de novembro de 1993, visando estabelecer as orientações para a execução das atividades de inspeção sanitária, de forma a avaliar as boas práticas para a obtenção de padrões de identidade e qualidade de produtos e serviços na área de alimentos (VERGARA, 2015).

A inspeção sanitária assume destaque como instrumento de gerenciamento de risco, avaliando, em toda a cadeia alimentar, o atendimento à legislação sanitária. Os roteiros de inspeção sanitária avaliam os serviços utilizando variáveis ramificadas, que demonstram o atendimento ou não à legislação, com um Roteiro de Avaliação das Condições Higiênico-Sanitárias em Serviços de Alimentação (VITERBO et al., 2020).

A Vigilância Sanitária, especificamente no setor de alimentos, se encarregou do controle e a garantia de qualidade dos produtos alimentícios a serem consumidos pela população. Atuando na fiscalização dos estabelecimentos que fabricam, manipulam, distribuem ou comercializam alimentos, verificando todo o processo de produção, métodos e técnicas empregadas, com o objetivo de aperfeiçoar as condições sanitárias e o consumo de produtos seguros e de qualidade, e consequentemente, a melhoria da saúde da população (CAMPOS; SÁ; LISSONI, 2016).

Silveira et al. (2015), enfatizou que nos serviços de alimentação, a vigilância sanitária licencia, cadastra e fiscaliza os estabelecimentos que produzem, comercializam, distribuem ou armazenam alimentos. Com a finalidade de proteger o consumidor, através da redução do risco de contaminação de alimentos, avalia ainda as instalações e os procedimentos de higienização e de controle de qualidade.

A alimentação deve apresentar qualidade higiênico-sanitária satisfatória e adequado teor nutricional para suprir as necessidades fisiológicas dos seres humanos. Qualidade,

segurança alimentar, higiene e confiabilidade são aspectos determinantes para a oferta de produtos alimentícios e em outros estabelecimentos que os comercializam ou produzem. A baixa qualidade de um produto alimentício, além de diminuir a credibilidade do estabelecimento que o fornece, pode colocar a saúde dos consumidores em risco (VIEIRA, 2018).

A higiene sanitária dos alimentos abrange os manipuladores, as instalações, os equipamentos, o controle dos vetores e pragas, o armazenamento e o transporte dos alimentos assim, visando a garantia de segurança dos alimentos aos consumidores, visto que a inadimplência pode acarretar doenças transmitidas por alimentos, podendo ser fatal (SANTOS, 2020).

Segundo Carvalho et al. (2017), uma das características fundamentais para se obter uma alimentação saudável é fornecer o alimento que seja seguro e não apresente nenhum perigo intrínseco ou contaminação de natureza biológica, física ou química em níveis que comprometam a saúde do consumidor.

A segurança alimentar é considerada um desafio atual. Preconiza alimentos seguros, nutricionalmente adequados e livres de contaminantes, que podem colocar em risco a saúde dos consumidores, portanto, envolve a qualidade dos alimentos, as condições ambientais para a produção, o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da população (GOMES et al., 2016).

Sendo assim, em diversas situações, não há a execução das legislações específicas em relação ao preparo, conservação e venda de diversos tipos de alimentos. Portanto, a isenção do controle, os conhecimentos específicos de manipulação e a precariedade da infraestrutura também são condições determinantes para propagação do risco (PEREIRA; TONIATO, 2018).

Souza et al. (2015) destacou em seu estudo, a questão da higienização adequada das mãos, sendo que esta prática deve ser realizada antes da manipulação dos alimentos, bem como após qualquer interrupção do processo de manipulação. A ausência de lavagem das mãos no ato da comercialização dos alimentos e a manipulação destes, propiciam uma elevação dos níveis de contaminação das mãos e, consequentemente, dos produtos alimentícios disponíveis para venda, caso haja contato entre eles.

A educação e treinamento dos manipuladores devem ser constantes e se fazer presente em todas as fases do processamento dos alimentos. Destaca-se ainda, a importância para a qualidade higiênico-sanitária aos alimentos fornecidos, visto que a maioria das contaminações é ocasionada pelo manipulador (SILVA et al., 2017).

Moura (2017), afirmou que os riscos para a saúde do consumidor poderiam ser minimizados quando adotadas práticas adequadas de manipulação de alimentos, incluindo a higienização correta de mãos e superfícies do ambiente de trabalho, o que torna necessário maior atenção e cuidado quanto ao consumo de alimentos. Além disso, os manipuladores de alimentos devem manter a higiene pessoal e não devem usar adornos, os cabelos devem ser presos e protegidos, usar vestimenta apropriada, conservada e limpa (FONSECA et al.,

2018).

Góios et al. (2017), sugeriram que as intervenções relacionadas à promoção da segurança dos alimentos devem ser integradas numa perspectiva de forma global, focando em fatores individuais e ambientais que influenciam nas práticas da manipulação segura de alimentos.

Diante do exposto, a avaliação higiênico-sanitária se faz de grande importância, tendo em vista a suscetibilidade do produto, às possíveis contaminações decorrentes da ausência de boas práticas de manipulação, precariedade de infraestrutura, além do longo período de exposição durante a comercialização (NASCIMENTO et al., 2017).

4 I CONCLUSÃO

O presente estudo procurou evidenciar através dos resultados encontrados, os procedimentos que devem ser realizados nas UPRS, juntamente com o sistema de Boas Práticas aplicados durante o processo produtivo, no intuito de reduzir as condições precárias de higienização, além dos surtos de doenças alimentares, adequando as Unidades Produtoras de Refeições a legislação pertinente.

Portanto, por meio das pesquisas, foi possível destacar diversas falhas higiênico-sanitárias que acontecem diariamente nos estabelecimentos, o que compromete a qualidade da matéria-prima ou preparações, podendo causar danos à saúde do consumidor. Além disso verificou-se diversas necessidades de adequação, tanto na estrutura física, quanto na determinação de rotinas e processos envolvidos na produção de alimentos.

Portanto, é fundamental que os estabelecimentos busquem se adequar à legislação brasileira, sendo necessárias medidas tais como: fiscalização rigorosa dos estabelecimentos por parte da vigilância sanitária, oferta de cursos de capacitação gratuitos para os proprietários e manipuladores de alimentos visando informá-los sobre a importância da adoção das Boas Práticas, para assim oferecer aos consumidores, um alimento seguro, de qualidade com baixo risco de DTAs. Além disso, é essencial também nas UPRS, haja um nutricionista, o qual será responsável por supervisionar os manipuladores de alimentos e liderar intervenções de forma a permitir o fornecimento de refeições seguras, dentro dos padrões higiênico-sanitários.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA J.L, SANTANA K.B, MENEZES M.B.C. **Sustentabilidade em unidades de alimentação e nutrição**. Revista de Inovação Educacional, v.8, n.1, 2015.

ARGENTIN D. **Avaliação da satisfação de clientes em um Restaurante Comercial na Cidade de Limeira através do método de avaliação qualitativa das preparações de cardápio**. Revista de Humanidades, Ciências Sociais e Cultura, v.2, n.1, 2020.

BASSANI A.L.S, RIELLA C.O, ANTUNES M.T. **Manipulação de alimentos em uma cozinha hospitalar: ênfase na segurança de alimentos**. Caderno pedagógico, Lajeado, v. 12, n. 1, p. 111-123, 2015.

BLANGER L.D. **Avaliação das Condições Higiênico-sanitárias dos Serviços de Alimentação com Self-service de Encantado-RS**. Revista Eletrônica Científica UERGS, v.3, n.1, p.194-214, 2017.

BOAVENTURA L.T.A et al. **Conhecimento de manipuladores de alimentos sobre higiene pessoal e boas práticas na produção de alimentos**. Revista Univap, v.23, n.43, dez. 2017.

BRANDÃO T.B.C et al. **Adequação numérica de nutricionistas e condições higiênico-sanitárias de Unidades de Alimentação e Nutrição Escolares de Maceió, Alagoas.** Segurança Alimentar e Nutricional, v.27, p.1-8, 2020.

CAMPOS L.L, SÁ M.A.R, LISSONI T.C. **Caracterização das visitas realizadas pelos agentes da vigilância sanitária do setor alimentício em Uberlândia-MG**. Higiene Alimentar, v.30, p. 163-169, 2016.

CARVALHO C.T et al. **Proposta de reestruturação física da unidade produtora de refeição de organização militar**. Higiene Alimentar, v.31, n.268, mai/jun. 2017.

COSTA L.P et al. **Análise de cardápio e das condições físico-estruturais de Unidades de Alimentação e Nutrição de penitenciárias**. Research, Society and Development, v. 9, n.7, 2020.

DIAS N.A, OLIVEIRA A.L. **Sustentabilidade nas unidades de alimentação e nutrição: desafios para o nutricionista no século XXI**. Higiene Alimentar, n. 254, v. 30, Mar/Abr.2016.

FERREIRA A.C, MORAIS B.H.S. **Estudo comparativo das condições higiênico-sanitárias em unidades de nutrição e dietética em Belém, Pará**. Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde, v.3, n.3, 2017.

FONSECA W.C et al. **Comida de rua: conhecimento dos consumidores sobre segurança dos alimentos e condições higiênico-sanitárias de pontos de venda em São luís, MA**. Higiene Alimentar, v.32, n.284, 2018.

FRANÇA I.R, SPINELLI M.G.N, MORIMOTO J.M. **Avaliação e percepção de sustentabilidade ambiental em Unidades Produtoras de Refeições de Clubes Paulistanos.** Revista Univap-online, v.25, n.49, 2019.

GOMES R.N.S et al. **Adequação higiênico-sanitária de unidades de alimentação e nutrição de Escolas Públicas em Município do Maranhão**. Higiene Alimentar, v.30, n.260, 2016.

GÓIOS A et al. **Conhecimentos de manipuladores de alimentos sobre segurança dos alimentos e alergias.** Higiene Alimentar, v.31, n.264, 2017.

HAACK D.K et al. **Elaboração e implementação do manual de boas práticas nas cozinhas das escolas da rede estadual de ensino de três passos-RS**. Higiene Alimentar, v.30, nº 256, mai/jun. 2016.

LENZ B.E et al. **Verificação de boas práticas em duas unidades de alimentação e nutrição**

inseridas em dois Municípios do Rio Grande do Sul. Revista Simbiologias, v.11, n.15, 2019.

LOPES J.E et al. **Avaliação das condições higiênicos-sanitárias em uma unidade de alimentação e nutrição hoteleira**. Higiene Alimentar, v.30, n.256, 2016.

MAZZIERO E.A et al. **Segurança alimentar dos estabelecimentos comerciais de alimentação do Município de Campinas e Região**. International Journal, v.4, n.2, 2018.

MELLO A.V et al. **Avaliação da capacitação e satisfação de chefes de cozinha em Unidades Produtoras de refeições localizadas na Cidade de São Paulo**. Revista Univap. v.21, n.37, jul. 2015.

MENEZES R.O.S, SANTANA E.M, NASCIMENTO M.O.L. **Elaboração de fichas técnicas das preparações oferecidas em serviço de alimentação e nutrição de hospital público de Salvador-BA.** Higiene Alimentar, v.32, n.284, set/out. 2018.

MOURA C.D. **Qualidade microbiológica de alimentos comercializados por ambulantes em estações de ônibus de Palmas, Tocantins**. Higiene Alimentar, v.31, n.266, 2017.

NASCIMENTO L.L.R et al. **Condições higiênico-sanitárias do cachorro-quente comercializado por ambulantes no cinturão turístico da Cidade de Natal-RN**. Higiene Alimentar, v.31, n,272, 2017.

NUNES G.Q, ADAMI F.S, FASSINA P. **Avaliação das boas práticas em serviços de alimentação de escolas de ensino fundamental do Rio Grande do Sul**. Segurança alimentar e nutricional, v.24, n.1, p. 26-32, 2017.

OLIVEIRA J.M et al. **Condições higiênico-sanitárias de unidades produtoras de refeições comerciais localizadas no entorno da Universidade Federal de Sergipe**. Segurança alimentar e nutricional, v.23, n.2, p.897-903, 2016.

PEDERSETTI M.T. **Condições higiênico sanitárias de Unidades de Alimentação e Nutrição Hospitalares da região Oeste de Santa Catarina**. Segurança alimentar e nutricional, v.23, n.1, p.849-858, 2016.

PEREIRA C.A et al. **Qualidade na produção de refeições de uma unidade de alimentação e nutrição (UAN) na cidade de Fortaleza-Ceará**. Conexão Unifametro, 2019.

PEREIRA J.Q, TONIATO T.S. **Condições higiênico-sanitárias do comércio ambulante de alimentos**. Revista Instituto Adolfo Lutz, v.77, 2018.

RIBEIRO D.F.S et al. **Unidades Produtoras de Refeições de uma Organização**. Magistra, v.29, n.3, p.246-254, 2017.

SANTOS M.C.H.G, CALIL R.M, TENÓRIO D.C. **Avaliação das boas práticas de fabricação em um Unidade Produtora de Refeições**. Atas de Saúde Ambiental, v.4, n.1, 2016.

SANTOS M.L.S. **Condições higiênico-sanitárias em Unidades Produtoras de Refeições em Universidade Particular**. Revista Higiene Alimentar, v.34, n.291, 2020.

SANTOS P.S et al. **Avaliação qualitativa de cardápios de uma unidade produtora de refeições do Recôncavo da Bahia**. Nutrição Brasil, v.14, n.1, 2015.

SCHERRER J.V, MARCON L.N. **Formação de biofilme e segurança dos alimentos em serviços de alimentação**. Revista de Associação Brasileira de Nutrição**,** v.7, n.2, p. 91-99, jul/dez. 2016.

SERAFIM A.L et al. **Boas Práticas em Serviços de Alimentação do Mercado Municipal de Curitiba-PR**. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v.74, n.3, p.295-300, 2015.

SILVA T.K.R et al. **Condições higiênico-sanitárias de agroindústrias que fornecem panificados à alimentação escolar**. Higiene Alimentar, v.31, n.268, 2017.

SILVEIRA J.T et al. **Condições higiênicas e boas práticas de manipulação em serviços de alimentação da cidade de Itaqui-RS**. Revista Visa Debate, v.3, n.2, 2015.

SOUSA A.A et al. **Condições higiênico-sanitárias em unidades produtoras de refeições.** Research, Society and Development, v. 9, n.11, 2020.

SOUZA G.C et al. **Comida de rua: avaliação das condições higiênico-sanitárias de manipuladores de alimentos**. Ciência & Saúde Coletiva, v.20, n.8, ago. 2015.

TIBONI G.S. **Avaliação das condições higienicossanitárias antes e após assessoria do nutricionista em um restaurante comercial do município de Cotia, SP.** Higiene Alimentar, v.31, 2017.

VERGARA C.M.A. **Gestão da qualidade na área de alimentos**. Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde, v.2, n.3, fev. 2015.

VIEIRA M.L.A. **Capacitação em boas práticas de manipulação de alimentos em um restaurante universitário: relato de uma experiência de extensão**. Em Extensão, Uberlândia, v. 17, n. 2, p. 133-143, jul./dez. 2018.

VITERBO L.M.F et al. **Desenvolvimento de um instrumento quantitativo para inspeção sanitária em serviços de alimentação e nutrição, Brasil**. Ciência & Saúde Coletiva, v.25, n.3, mar. 2020.

ZANETIN P.M, FATEL E.C.S. **Avaliação da ergonomia e do uso de Equipamentos de Proteção Individual em unidades produtoras de refeições**. Revista da Associação Brasileira de Nutrição. São Paulo, SP, v 8, n. 1, p. 90-100, Jan-Jun. 2017.

SOBRE A ORGANIZADORA

DRª. CARLA CRISTINA BAUERMANN BRASIL - Possui graduação em Nutrição pela Universidade Franciscana (2006), Licenciatura pelo Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para a Educação Profissional (2013), especialização em Qualidade de Alimentos pelo Centro Brasileiro de Estudos Sistêmicos (2008), especialização em Higiene e Segurança Alimentar pela Universidad de León (2011), especialização em Vigilância Sanitária e Qualidade de Alimentos (2020) pela Universidade Estácio de Sá, MBA executivo em Gestão de Restaurantes (2021), especialização em Segurança Alimentar (2021), Mestrado e Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) na linha de pesquisa ‘’Qualidade de Alimentos’’. Atua como docente do Curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria - campus Palmeira das Missões e participa de projetos de pesquisa e extensão na área de ciência e tecnologia de alimentos, com ênfase em sistemas de garantia e controle de qualidade dos alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

B

C

D

E

F

SEGURANÇA ALIMENTAR

E ASSISTÊNCIA ALIMENTAR:

Teoria, prática e pesquisa

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2021

SEGURANÇA ALIMENTAR E ASSISTÊNCIA ALIMENTAR:

Teoria, prática e pesquisa

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2021